

الجزء الأول

المورفولوجيا أى علم الشكل الظاهرى العام

الفصل الأول

تمهيد

١ — تقسم الأشياء التى نصادفها كل يوم الى طائفتين متميزتين بعضهما عن بعض هما : الأشياء الحية كالطيور والحشرات والماشية والأشجار والأزهار والأعشاب ، ثم الأشياء غير الحية كالهواء والماء والزجاج والحديد .

والفرق بين هاتين الطائفتين من الأشياء — وان تعذرا يراد بيان واف كاف عن ماهية الحياة يناسب جميع الأغراض العملية — ممكن معرفته بسهولة . ودرس كل منهما درسا واسعا يؤدى الى استنتاج أن بين عالمى الأحياء والجماد حذا فاصلا ثابتا .

أهم خواص الأشياء الحية وأظهرها قدرتها على انتاج أفراد جديدة ، أى قوة التوالد (Reproduction) . وتنقسم تلك الأشياء عادة الى رتبتين : الحيوانات ، والنباتات . ويستعمل لفظ ”بيولوجيا“ أو علم الحياة فى أوسع معناه للدلالة على دراسة صور الأشياء الحية جميعها وذلك الفرع من البيولوجيا الذى يبحث فيه عن الحيوان يسمى ”علم الحيوان“ فى حين أن الفرع المتعلق بدراسة النباتات يسمى ”علم النبات“ . هذا وفى الحيوانات المعروفة قوة

التحرك من جهة لأخرى بطريقة ليست فى النباتات ، وفضلا عن هذا فان الحيوان يحتاج الى مواد يستعملها غذاء له يستمدّها من أشياء حيّة أخرى كاللحم واللبن والخبز والبطاطس والمواد التى من هذا القبيل ، فى حين أن أكثر النباتات الشائعة قادرة على الانتفاع بالمواد التابعة بته لعالم الجماد مثل ثانى أكسيد الكربون والماء وشتيت من المواد المعدنية . ومع أن هذه الأوجه من التباين بين النباتات والحيوانات كافية لتمييز إحدى الرتبتين عن الأخرى ما تعلق الأمر بشؤون الحياة اليومية فان استقصاء البحث فى الأشياء الحيّة يدل على أن فيها ما يماثل النبات فى بنائه (Structure) وقدره انتفاعه بالمواد غير العضوية للاغذاء بها وهو بالرغم من ذلك قادر على التحرك كما تتحرك الحيوانات فى حين أن بعض ما يعتبر فى العادة من الحيوانات لا يتحرك إلا قليلا وفضلا عن هذا فان هناك أشياء حيّة تعدّ فى النباتات دائما إذ تنتج أزهارا وبزورا مع أنها لا تستطيع الحياة اذا أمدت بثانى أكسيد الكربون والمعادن بل انما يلزمها أن تغذى بنفس المواد التى تحتاج اليها الحيوانات أو بما يماثلها فلا غرو إن كانت المجهودات التى تبذل لتعيين حد فاصل دقيق بين النباتات والحيوانات تذهب سدى إذ يظهر أن المواد الحية التى فى كل منهما واحدة ، وليس هناك نقطة اختلاف واضحة بين ما يسمى بالملكيتين الحيوانية والنباتية . ان العالم الحى واحد لا اثنان . ولا بد للانسان أن يعي أن النباتات أجسام حيّة كالحيوانات سواء بسواء إذ أن معظم الأغلاط التى يقع فيها الناس فى تعهد وزراعة النباتات تنجم عن قلة ادراك تلك الحقيقة .

٢ — وسنقصر القول على الشائع من نباتات الحقول والبساتين فان هذه النباتات تخالف الحيوانات فى الصورة والبناء مخالفة تامة . وبما أن صعوبة تحديد رتبتى الكائنات الحية (Organisms) انما تصادفنا فى دراسة الكائنات

الحياة الدقيقة (Micro-organisms) التي لا تمكن مشاهدتها تمام المشاهدة فلا بأس باهمالها الى حين .

ولا يخفى أن النباتات يمكن درسها من وجوه مختلفة متعددة فتنشأ عن ذلك فروع خاصة وأقسام من العلم ، فقد يقصر النظر على بحث وظائف الأجزاء المختلفة في جسم النبات — على العمل الذي تقوم به الأوراق والجذور والأزهار في حياة النبات — ويعرف هذا البحث من العلم ”أى علم وظائف الأعضاء“ (Physiology) ، وقد يعنى بصورة الأجزاء المختلفة وأصلها ونشوءها وتكثفها وعلاقة الأجزاء المختلفة بعضها ببعض بدون اشارة الى العمل الذي تقوم به ويطلق على هذا الفرع اسم ”علم الشكل الخارجى“ (Morphology) وقد يدرس بناء الأجزاء المختلفة من النباتات ونظامها لتعيين وجوه التشابه والتباين التي بينها توصلها الى وضع جميع النباتات التي بينها شئ من التشابه في طوائف ، ويسمى هذا مبحث ”النبات الترتيبى“ (Systematic Botany). وقد يقسم العلم رغبة في التوسع والامساك به بطريقة منطقية عدّة أقسام أخر وتجعل دراسة النباتات فى كل قسم منها من وجه يخالف الوجه الآخر مخالفة ما . أما نحن فستقصر دراستنا أولاً على النباتات البزيرية، (Seed-plants) وإن كانت الرتب الأخرى من المملكة النباتية جديرة بالنظر، لأن هذا القسم يشمل الشائع الأشيع من النباتات فى كل مكان . ويجدر بالزراعى وبكل من لهم مصلحة فى تعهد النباتات سواء أكان للتسلى بذلك أم لا اكتساب مغم أن يختبروا ويبحثوا النباتات من وجوه شتى إذ لا يمكن بغير ذلك أن يحصل تقدّم حقيق فيما يزرعون .

٣ — إن معظم نباتات الحقول تابع للرتبة المعروفة ”بالنباتات البزيرية“ (Spermpophytes) وقد تسمى ”بالنباتات الزهرية“ (Flowering Plants)

ولكن أهم خواصها انتاج البزور . وتاريخ حياة النبات البزرى عملية مستمرة من النمو والتكشف يرى فيها أربعة أدوار متميزة هى :

(١) انبات البزرة وخروج نبت صغير منها .

(٢) تكشف (Development) الجذور والسوق والأوراق الخضراء ونموها .

(٣) دور الإزهار أى تكوين الأزهار وتفتيحها .

(٤) انتاج الأثمار وما تحتوى من البزور .

ويكون لتتابع الأحوال على هذا الترتيب اجماليا ويشغل تكشف الجذور والسوق والأوراق أكبر جزء من حياة النبات عادة على أن هناك اختلافا كبيرا فى مقدار الزمن الذى يستغرق للوصول الى شتى أدوار الكشف كما أن الأدوار ليست متساوية الأبد دائما فى النوع الواحد من النبات .

٤ - قد تقسم النباتات من حيث آجالها الى : "حولية" (Annual) أى سنوية ، و"ذات حولين" (Biennial) ، و"معمرة" (Perennial) .

يراد "بالحولى" ، النبات الذى يتم دور حياته فى فصل نمو واحد وذلك أنه يبتدىئ بزرة ثم ينمى جذرا وساقا وأوراقا ثم ينتج أزهارا وبزورا ثم يموت بعد ذلك تاركا ورثه ذرية فى صورة بزور .

أما النبات "ذو الحولين" فيبتدىئ حياته فى صورة بادرة (Seedling) ويقضى دور نموه الأول فى انتاج الجذر والساق والأوراق وحدها ثم يدخل بعد ذلك فى دور ثان من النمو وينتج ساقا تحمل أزهارا وبزورا يموت النبات بعد نضجها .

وأما "المعمرة" فهي النباتات التي تعيش أكثر من سنتين وقد تمضى عليها عدة فصول قبل أن تنتج أزهارا أو بزورا وتنقسم في الغالب الى قسمين :

(١) النباتات العشبية المعمرة (Herbaceous Perennials) .

(٢) النباتات الخشبية المعمرة (Woody Perennials) .

ففي القسم الأول تكون الأوراق والسوق التي فوق الأرض طريئة رخصة ثم تموت في آخر فصل النمو . أما أجزاء النباتات التي تبقى لتنمو في السنين التالية فتتمكث تحت الأرض . ومن هذه الرتبة النبات المعروف في مصر "بسم الفراخ" (Withania) ونبات البطاطس . أما في النباتات الخشبية المعمرة ومنها كل الأشجار والشجيرات فإن السوق التي فوق الأرض تكون خشبية صلبة .

وهذه الطريقة في تقسيم النباتات تبعا لطول آجالها نافعة إلا أنها ليست فاصلة لأن مدة مكث تلك النباتات لتوقف بعض التوقف على الفصل وزمن البذر وطريقة تعهد الزراعة .

وللناخ والتربة كذلك تأثير في مكث النباتات إذ أن الحولية في بعض الأقاليم تعتبر ذات حولين في غيرها وربما أصبحت معمرة في أخرى .

تجربة ١ : أبذر حبوب غلال وبعض المغلات (Crops) الجذرية أى المحصولات الجذرية — اللفت والبنجر والجزر — في خطوط قصيرة في اليوم الأول من كل شهر في خلال سنة كاملة ثم دون مشاهداتك عن نموها حتى وقت انتاجها للبزور وتحصل على نتائج جلي .

٥ — ولما كانت مدة حياة النباتات الزهرية عرضة لمثل ما أشير اليه من التغير وكان تقسيمها الى حولية وذات حولين ومعمرة تقسيما عرفيا

فقد وضعت تلك النباتات أحيانا فى طوائف تبعا لعدد المرات التى تنتج فيها بزورا .

فالنباتات التى تعطى مغلا واحدا ثم تموت بعد ذلك تسمى "بالنباتات الوحيدة الحمل" (Monocarpic) ومن هذا النوع النباتات الحولية وذات السنين وكذلك بعض النباتات المعمرة .

أما النباتات التى منها أكثر الأشجار والشجيرات والعليق (Bind-weed) وكثير من الأعشاب وتستطيع إنتاج أزهار و بزور فى عدد غير محدود من الفصول فإنها تسمى "بالنباتات عديدة الحمل" (Polycarpic) .

الفصل الثانى

البزور - بنائها وانباتها

١ - لا يخفى أن من أشيع الطرق فى تربية النبات بذر ما يسمى "بالبزور" ولكن قل من يدركون طبيعتها الحقيقية ومقدرتها ممن يستعملونها ولعل ذلك القصور فى المعلومات لا ينشأ عن عدم الاهتمام بالبزور كما ينشأ من أنها رعايا لحسن تعهدها، تكون فى العادة مدفونة فى الأرض وعلى ذلك فهى خفية عن العين وزد على ذلك أن من هذه البزور ما هو صغير الحجم بحيث يصعب أن تراه العين المجردة . ولا بد لفهم الطبيعة الحقيقية لبزرة ما ، من اختبار أصلها وبنائها ثم ملاحظة نموها ما استطعنا من أول عهود حياتها إلى الوقت الذى تنتج فيه نباتا صغيرا تام التكوين .

فقد وضعت تلك النباتات أحيانا فى طوائف تبعا لعدد المرات التى تنتج فيها بزورا .

فالنباتات التى تعطى مغلا واحدا ثم تموت بعد ذلك تسمى "بالنباتات الوحيدة الحمل" (Monocarpic) ومن هذا النوع النباتات الحولية وذات السنين وكذلك بعض النباتات المعمرة .

أما النباتات التى منها أكثر الأشجار والشجيرات والعليق (Bind-weed) وكثير من الأعشاب وتستطيع إنتاج أزهار و بزور فى عدد غير محدود من الفصول فإنها تسمى "بالنباتات عديدة الحمل" (Polycarpic) .

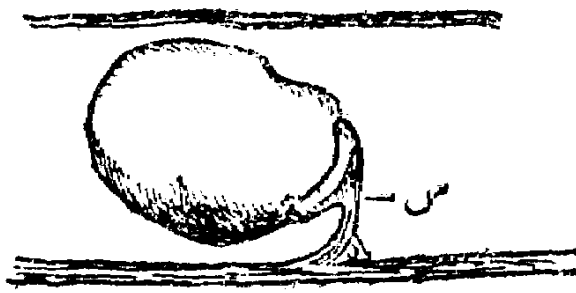
الفصل الثانى

البزور - بنائها وانباتها

١ - لا يخفى أن من أشيع الطرق فى تربية النبات بذر ما يسمى "بالبزور" ولكن قل من يدركون طبيعتها الحقيقية ومقدرتها ممن يستعملونها ولعل ذلك القصور فى المعلومات لا ينشأ عن عدم الاهتمام بالبزور كما ينشأ من أنها رعايا لحسن تعهدها، تكون فى العادة مدفونة فى الأرض وعلى ذلك فهى خفية عن العين وزد على ذلك أن من هذه البزور ما هو صغير الحجم بحيث يصعب أن تراه العين المجردة . ولا بد لفهم الطبيعة الحقيقية لبزرة ما ، من اختبار أصلها وبنائها ثم ملاحظة نموها ما استطعنا من أول عهود حياتها إلى الوقت الذى تنتج فيه نباتا صغيرا تام التكوين .

بزره الفول — ان بزره الفول الرومى العريضة التى نشاهدها فى الحدائق والحقول هى من أكبر البزور وبما أن أجزائها ذات حجم يكفى لملاحظة كل أجزائها بدون الاستعانة بشئ أقدر من عدسة الجيب المعتادة فهى إذن موافقة للدراسة موافقة خاصة .

عندما تفتح قرنة هذا الفول العريض — اذا ما أوشكت أن تنضج — تجد أن كل بزره فيها ملتصقة بداخلها بواسطة خيط قصير هو "السر" (Funicle) (شكل ١) وفى هذا الخيط تمر جميع المواد الغذائية من "الأم" (Parent) الى البزره فى صغرها لتتمكن من الكشف . وتكون "القرنة" (Pod) فى أول الأمر على شكل أولى (Rudimentary) فى مركز الزهره وتكون أجزائها ومكوناتها إذ ذاك صغيرة جدًا ومع ذلك فيستطاع مشاهدتها



(شكل ١)

قطعة من قرنة فول تبين موقع السر "س"
و بزرته المتصلة به

بسهولة بواسطة العدسة الجيبيه . وبعد ذبول الزهره تنمو القرنة والبزور التى فى داخلها ، ويزداد حجمها شيئًا فشيئًا بما تمددها أجزاء النبات الباقية من الغذاء وفى النهاية عند نضجها تذبل وتجف الحبال السريه ثم تنفصل البزور عن أقمها التى أنتجتها .

اذا جفت البزور ونضجت كانت كل بزره صلبة ذات سطح غير مستوى ولا يمكن فى هذه الحالة فحص بنائها فحسًا ولاحظها إذا تقعت فى الماء مدة اثنتى عشرة ساعة تصبح ألين مما كانت وحينئذ يسهل فحص أجزائها .

أما السطح الخارجى ذو اللون البرتقانى الباهت فهو أملس وعند أحد طرفيه ندبة (Scar) سوداء ضيقة ممتدة تسمى "سرة البزرة" (Hitum) وتعرف فى العرف "بعين بزرة الفول" وهى تدل على الموضع الذى انفصل فيه طرف السر العريض عن البزرة حين نضجها فى القرنة .

بالقرب من أحد طرفى السرة ثقب دقيق جدًا يعرف "الميكروپيل" (Micropyle) يمكن رؤيته بالعدسة الجيبية بسهولة ، ومنه يرشح الماء مصحوبا بفقايع هوائية اذا ضغطت بزور الفول المنقوعة بين السبابة والابهام .

ولهذا التغير اتصال بداخل البزرة ، وهو الفتحة الوحيدة التى فيها .

وإذا شق حول حافة البزرة بمطواة أمكن نزع الجزء الخارجى من بزرة الفول ولاح كغشاء جلدى باهت الصفرة نصف شفاف ، ويعرف هذا "بالقُصرة" (Testa) أو "الغلاف البزرى" وهو أغلظ ما يكون جسما وأنعم نسجا فى الموضع الذى فيه السرة . أما ما بقى من البزرة بعد إزالة غلافها فذو شكل بيضى مسطح شبيه بشكل بزرة الفول التامة ويمكن قسمته الى نصفين شحميين

(Fleshy) كبيرين يسميان

"بالفصين" (Cotyledons)

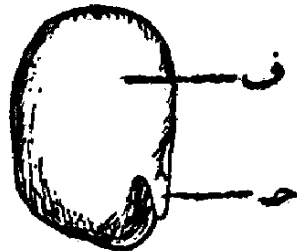
أو "بالفلقتين" (ف ، شكل ٢)

وهذان النصفان غير منفصلين بعضهما

عن بعض انفصالا تاما بل هما مرتبطان

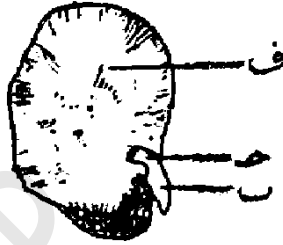
من الجانب بجسم مخروطى بارز

(ح ، شكل ٢) يرى أحد طرفيه



(شكل ٢)

جنين فولة يبين : ح - الجذير ، ف = الفلقة



(شكل ٣)

مثل شكل (٢) ، بعد استئصال
احدى الفلقين ؛ ح = الجذير ؛
ب = الريشة ؛ ف = فلقه الجنين

مالئاً فراغا أجوف من غلاف البزرة
يقابل التقير بالضبط ، أما الطرف
الثاني فثنى ومنعطف الى الداخل بين
الفلقين الشحمتين ويسهل ملاحظة
امتداد هذا الجسم (Structure) المنحني
الصغير وشكله اذا استوصلت احدى
الفلقين استئصالا تاما . هنالك يبقى
هذا الجسم معلقا في الفلقة الأخرى كما
(في شكل ٣) .

تج ٢ : انقع بعض بزور الفول الرومى العريض في الماء ثم احفظها مدى الليل في مكان دافئ .
افحص هذه البزور في اليوم التالى ثم ارسم الاجزاء المختلفة التى شوهدت قبل ازالة القشرة وبعدها .
لاحظ موضع أجزاء الجنين بعضها من بعض وبالنسبة لغلاف البزرة .

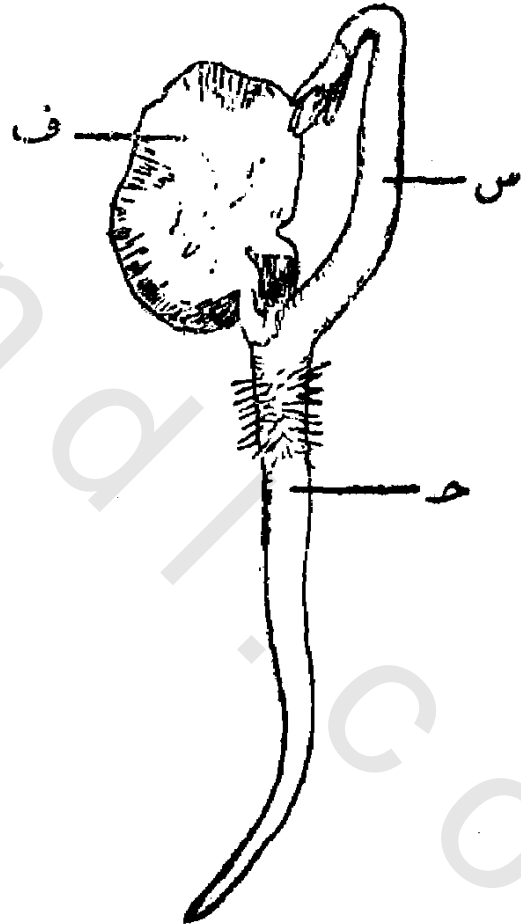
افحص وقارن بناء البزور الآتية بعد نقعها بنفس هذه الطريقة : بزرة البازلاء (البسلة)
وبزرة الجلبان ثم بزرة البرسيم .

أما بزرة الفول فلا تشتمل على شئ أكثر مما سبق وصفه على أن طبيعة
الأجزاء المكونة لها وعلاقتها لا تظهران إلا اذا وضعت البزرة في التربة
أو حفظت مع مراعاة شروط معلومة ثم تركت لتنمو .

واذا ابتدأ النمو استطال الجزء الاسفل من ذلك الجسم الصغير المنحني ومهد
طريقه مخترقا غلاف البزرة في نقطة قريبة جدًا من الميكروپيل لا في الميكروپيل
ذاته كما يقال في الغالب خطأ وسرعات ما يصبح على صورة أشبه بما

فى (شكل ٤) ، ويعرف إذ ذاك "بمحذر نبيت بزره الفول" .
أما الجزء العلوى المنحنى الكامن بين الفلقتين فإنه يندفع فى طريقه الى الخارج من نفس الفتحة التى فى غلاف البزرة ثم ينمو حتى يصير ساقا من طرفها تتفتح الأوراق تدريجا . من هنا يتبين أن بزره الفول العريضة هى عبارة عن كيس مشتمل على نبات بزره الفول فى حالة أولية (Rudimentary) .

ويسمى هذا النبيت "بالجنين"
(Embryo) . أما جزؤه الذى يصير جذرا وساقا فيسمى "بالمحور الأصيل" (Primary Axis) .
وجزء المحور الأصيل الذى تحت نقطة اتصال الفلقتين به يعرف "بالجذير" (Radicule) ،
ويتكون من قطعة ساق صغيرة جدًا هى "السويقة الجنينية السفلى" (Hypocotyl) التى يوجد الجذر عند طرفها ، ولا يمكن معرفة المكان الذى تنتهى عنده الساق ،
ويبتدىء الجذير فى بادرة (Seedling) الفول بدون مساعدة الميكروسكوب وفحص البناء الداخلى لمحور النبات .
أما طرف المحور الأوى المنحنى الذى هو فوق الفلقتين فهو "ريشة



(شكل ٣)
جنين الفولة بعد نمو أربعة أيام . استوصلت
إحدى فلقتيه : ف = فلة ؛ ح = الجذر
الابتدائى ؛
س = السويقة الجنينية العليا على طرفها
برعم . يقارن (بشكل ٣) .

الجنين “ (Plumule) ويتكون من قطعة ساق صغيرة تسمى “السويقة الجنينية العليا” (Epicotyl) ، ويوجد على قمته برعم أى زر تخرج منه الساق المعتادة التى تظهر فوق سطح الأرض تحمل أوراقها الخضراء وأزهارها. وفى الأدوار الأولى من نمو الجنين من البزرة نجد أن نمو السويقة الجنينية السفلى قليل جدًا. أما أعظم أجزاء المحور الأولى نمواً فى هذه الحالة فهو السويقة الجنينية العليا . واستطالة ذلك الجزء من هذا النبت هو الذى يدفع الريشة فوق سطح الأرض محوطة بأوراقها الصغيرة . أما الفلقتان فتنبقان تحت الأرض فى قصرة البزرة .

أما الجزء العلوى من الساق وهو الذى يحمل الريشة فيخرج من البزرة منحنيًا ثم يبقى على هذا الشكل بعد خروجه بمدة ، وبهذه الطريقة تصان أوراق الريشة الرقيقة من الأذى أثناء تقدمها فى النمو الى أعلى اذا كانت البزرة قد وضعت فى الأرض أو الرمل (شكل ٤) .

مج ٣ : لف بعض بزور من الفول المنقوع فى خرقتين رطبتين من الصوف أو القطن ثم ضعها فى طبق وغطها بطبق آخر وذلك بوضعه مقلوباً فوقها ثم اتركها فى جرة دافئة واحصها مرتين فى كل يوم ودعها معرضة للهواء الطلق بضع دقائق فى كل مرة مع حفظ الخمرة رطبة لابلولة — وعندما تثبت لاحظ الموضع الذى خرج منه الجذير من غلاف البزرة . دع بعضها ينمو حتى يخرج الجذير والريشة من البزرة خروجا يينا ثم قارن الأجزاء المختلفة من البزور الناتجة بأجزاء البزور التى لم تثبت .

٢ — الإنبات : عند ما تكون القرنة فى حالة التكون يغذى الجنين الذى فى البزرة من الأم ثم ينمو نمواً ظاهراً حتى يتم نضجه وحينئذ يكون النبت الصغير فى حالة سكون (Dormant state) داخل البزرة ولا تبدو عليه إذ ذاك أى علامة من علامات الحياة . فاذا توافرت له شرائط خاصة يأخذ فى التيقظ ثم ينطلق من الغلاف الذى يقيه عجبلاً ليحيا مستقلاً . هذا التيقظ

من حالة السكون الى حالة النمو الفعلى يسمى "بالانبات" (Germination) ويتوقف على مدد كلف من : (١) الماء ، (٢) الحرارة ، (٣) الهواء أو الأوكسيجين . ولابد في كل حال من أن يكون النبات الصغير الذى فى البزرة حيا .

أما حقيقة حالة السكون فى البزور فغير مفهومة تمام الفهم . ولكن أجنة البزور القديمة أوالتي جمعت قبل أن تبلغ أو خرت خزا سيئا تكون فى الغالب ضعيفة أو ميتة وفى هذه الحالة لا يكون الانبات ممكنا . كما أنه لم يستطع أن يحدد مقدار الوقت الذى يمكن أن تحفظ فيه البزور فلا تموت أجنيتها تحديدا مرضيا إذ أنه يختلف باختلاف نوع البزرة ونضجها وتركيبها وكذلك طريقة خزنها . ففى معظم بزور البساتين والحقول التى تخزن بالطرق المعتادة وجد أنه لا يصلح للنمو منها بعد عشر سنين إلا القليل ويموت عدد عظيم منها فى خلال سنتين أو ثلاث . ولكنا سنتكلم عن هذه المسألة بإفاضة فى فصل من الفصول الآتية فىكفى لغرضنا الذى نحن فى صدده أن نذكر أن عمر البزرة عامل مبين فى الانبات بصرف النظر عن الشروط الثلاثة المذكورة فيما سبق .

٣ - ضرورة الماء للانبات أمر معروف لأن بزور الفول يمكن حفظها مدة غير محدودة دون أن تثبت فى كيس أو فى درج على درجات حرارة مختلفة ومع وصول الهواء اليها . ولكنها إذا وضعت فى أرض رطبة أو بين ورق نشاف رطب لتشرب الماء بسرعة . وتسهل ملاحظة ذلك عند ما تنقع حبوب الفول مدة اثنتى عشرة ساعة فى إناء مملوء بالماء فان الماء ينفذ من أجزاء قصرة البزرة جميعها ولا سيما من الميكرويل ومن الخط اللين المادة الذى يخرق طول مركز السرة بأكمله . فينتقل الماء بسرعة حتى يتصل بجزء الجنين الذى ينمو أولا أى الجذير . أما الجزء اللين الاسفنجى الغليظ من داخل القصرة الذى

يكون تحت السرة فانه يختزن كمية كبيرة من الماء ينتفع بها النبات النامي . هذا ويتشرب الجنين والغطاء بأكلهما الماء ويزدادان رخصاً وكبراً تبعاً لذلك ولا تبدئ بزره الفول في اظهار أية علامة من علامات الانبات إلا بعد أن يحدث ذلك الانتفاخ .

تح ٤ : لبيان تأثير الميكروبييل والسرة في تشرب الماء خذ عشرين بزره من الفول تكون كلها بحجم واحد تقريباً ثم ادهن سطح الميكروبييل والسرة من عشر بزور منها بورتيش مريم الجفاف أو بالطلاء الأسود الذي تطل به الدراجات (Cycle Black) ثم خط خطوطاً ذات حجم واحد على البزور العشر الأخرى بحيث لا تلمس الميكروبييل ولا السرة . زن كل قسم من هذين القسمين على حدة ثم ضع البزور جميعها في حوض ماء طول الليل ثم انشلهما من الماء في صباح اليوم التالي وجففهما بعناية بمنشفة ثم زنها ثانية . وانظر أى القسمين كانت زيادته أكثر .

٤ — حاجة الانبات الى درجة حرارة مناسبة أمر يعرفه الذين تعودوا بذر البزور . إذا وضعت بزور الفول المتقوعة في الأرض في زمهرير الشتاء فانه لا يبدو عليها أية علامة تدل على تنبها من حالة السكون التي هي فيها ، وإذا بدت كانت ضئيلة جداً ، ولكنها إذا وضعت على ورقة رطبة من النشاف وغطيت بزجاجة ثم استبقيت في غرفة خرج الجذير في أيام قليلة من البزرة ، وتختلف البزور بعضها عن بعض في احتياجها الى درجة الحرارة اللازمة لانباتها فأجنة بعض البزور تبدئ في مد جذيرها واختراق طرقها داخل غلاف البزرة حتى ولو حفظت على درجة من البرودة تحت نقطة التجمد : وغيرها يحتاج الى درجة حرارة مقدارها ٩ أو ١٠ مئوية حتى تشرع في النمو . وإذا حاولنا إنماء بزور الفول على درجة ٥ مئوية وجد أن هذه الدرجة حارة جداً فلا تتقدم البزور في نموها إلا قليلاً وقد لا تتقدم مطلقاً . وبين تلك الدرجة العالية التي يظهر أن النمو محال فيها وبين نقطة التجمد التي

يوقف عندها نمو جنين بذرة الفول ، توجد درجة حرارة يتقدم فيها نمو الجنين أسرع تتقدم ويخرج من غطاء البذرة فى أقصر وقت . تلك الدرجة المناسبة جد المناسبة ، هى حوالى ٢٨ ° مئوية أما على درجات الحرارة التى فوقها أو تحتها فإن الانبات يتأخر .

تج ٥ : هـ . كيتين منفصلتين من بزور فول ذات حجم متشابه ، منقوعة أبد مدة واحدة فى خرة رطبة كما سبق الوصف فى التجربة الثالثة ثم ضع إحدى الكيتين فى غرفة دافئة وضع الأخرى فى مكان بارد ولاحظ أيتهما تخرج جذيراتها أولاً .

٥ - ولا بد لنمو النبات الصغير من بذرة الفول من مدد من الهواء ولكن داعى الحاجة اليه غير ظاهر ولا مدرك عند الناس إدراكهم ضرورة الرطوبة والدفء . على أنه يرى أن بزور الفول اذا وضعت فى دورق أو زجاجة مشتملة على ثانى أوكسيد الكربون أو على الايدروجين تأبى الانبات حتى ولو أمدت بكمية مناسبة من الماء واستبقيت فى حرارة تعادل حرارة الصيف .

مج ٦ : ضع عشر بزور منقوعة من بزور الفول فى زجاجة ذات رقبة واسعة : املاء الزجاجة من غاز ثانى أوكسيد الكربون أو غاز الاستصباح ثم سدّها بسدادة محكمة من الصمغ المر (الكافشوك) . هـ . زجاجة أخرى بنفس تلك الطريقة واملاها من الهواء المعتاد بدلا من المواد السابقة ، ثم اترع سداداتها مرتين فى كل يوم وادخل فيها شيئا من الهواء النقي بواسطة النفخ الصناعى حتى تضمن بذلك إمداد البزور بكمية وافية من الهواء . ضع الزجاجتين فى مكان دافئ ثم لاحظ أيتهما خيرا نباتا .

٦ - أن التمدد الخاص أو النمو الذى يحدث فى الأجزاء الداخلة من بذرة الفول وضرورة إمدادها بكمية مناسبة من الماء والهواء والحرارة لظهور هذه التغيرات يدلنا على أن ما بين أيدينا هو كائن حي . ويتضح ذلك جليا اذا

لاحظنا أن البزرة تمتص أوكسيجين الهواء ويحل محله في الهواء المحيط بالبزور غاز ثاني أوكسيد الكربون إذ أن هذا هو ما يحدث في تنفس الحيوان الحي .

نح ٧ : يتولد ثاني أوكسيد الكربون عند ما تنبت بزور الفول .

ضع عشرين بزرة فول متقوعة في زجاجة واسعة الفم ثم سد عليها بعد أن ترى أن عود الثقاب يحترق كالعادة في هذه الزجاجة وارك هذه البزور في مكان دافئ مدة أربع وعشرين ساعة ثم انظر فيها إذا كان عود الثقاب يحترق في الزجاجة عندئذ أم لا .

غاز ثاني أوكسيد الكربون ممكن تفريغه في كأس بها ماء الجير ، فإذا كان الغاز موجودا دل على ذلك صيرورة ماء الجير لبيّ اللون عند رجه وهذا ناشئ عن رسوب كربونات الجير .

ولا يمكننا البحث الآن في الفائدة التي تعود على النباتات من الماء والحرارة والهواء ولكن لا بأس من القول هنا أنه كلما يتخلص الجنين من صلاية غلاف البزرة المحيط به وجموده بدون الماء لأن الماء يلين الغلاف ويسهل على الجذير والريشة تمزيقه عند تمددهما .

ويتوقف نمو الجذير المستطيل والفرخ (Shoot) وتكوينهما على الفلقتين الغليظتين في العهود الأولى من حياة نبات الفول أي من ابتداء الإنبات الى الوقت الذي تصير فيه الأوراق الخضراء منبسطة . ففي أول الأمر تكون الفلقتان غليظتين شحمتين فإذا أخذ الجذير والريشة في النمو أخذت الفلقتان في اللين والدقة ثم يؤول أمرهما الى التكمش الشديد . أما الفلقتان فورقتان محشوءا بطنهما بالزاد (Food) الذي يتغذى به باقي الجنين النامي وتستعمل كمية كبيرة من الماء الذي امتصته البزرة لإذابة المادة الغذائية ولحمل هذه المادة الى شتى أجزاء جذر النبات الصغير وفرخه حيث يجري النمو .

نح ٨ : أنبت بعض بزور من الفول على خرقة رطبة كما في التجربة الثالثة ثم بين أن الفلقتين ضروريتان لنمو جذر الجنين وفرخه وذلك بقطعهما عنهما بمجرد انطلاق هذين الجزئين من غلاف البزرة . اقطع فلكة واحدة ثم فلكتين في أدوار مختلفة من النمو ثم انظر هل يستطيع المحور (الجذر والفرخ) أن ينمو بدونهما ؟ ودع النمو سائرا في طريقه زمانا ليظهر لك التأثير واضحاً جلياً .

٧ - ليست التغيرات التى تشاهد فى جنين بذرة الفول المنبتة هى وحدها التى تدل على أن بذرة الفول كان أوجسماً حياً ، وأنها كالحىوان يتوقف على إمداده بمقدار كاف من الماء والهواء لظهار حياته بل أن أجزاء نبات الفول الصغير بعد خروجه من البذرة تدل على أن بها الخواص اللازمة للحياة .
 وحينا توضع البذرة فى الأرض نجد أن الجذير عند خروجه منها يتجه مباشرة الى أسفل ثم يستمر فى نموه فى هذا الاتجاه . وكذلك الحال دائماً مهما اختلف وضع البذرة فانك اذا أخذت البذرة بعد انباتها وزرعتها بحيث يكون الجذر الابتدائى متجهاً نحو سطح الأرض وجدت أن طرف (Tip) الجذر يأخذ فى الانحناء ثانية الى أسفل ثم يستمر فى هذا الاتجاه حتى يعاق سيره مرة أخرى .

أما الريشة فتسير على نقيض سير الجذر إذ هى بعد خروجها من غلاف البذرة تنمو قمتها المنحنية متجهة الى أعلى ومبتعدة عن الجذر واذا قلبت البذرة وزرعت ثانية فان الريشة تأخذ فى الانحناء بحيث تتجه قمتها الى أعلى نحو سطح الأرض . أما كون هذه الخواص ترتبط بالحياة على صورة ما فواضح لأن الأجنة الميتة لا تسير هذه السيرة .

تج ٩ : ازرع بزور فول منقوعة فى أص من أصص الأزهار (قصرية) أو فى صندوق مملوء من تربة البساتين المعتادة وضع هذه البزور على أوضاع مختلفة فى الأصص (القصرية) أو الصندوق بحيث يكون بعضها موضوعاً على الجانب المستوى ، وبعضها بحيث تكون السرة متجهة الى أعلى ، والبعض الآخر والسرة متجهة الى أسفل . اتركها تنمو فى مكان دافئ ثم اسخرجها بمجرد ظهور علامات الانبات ثم لاحظ الاتجاه الذى أخذه كل من الجذر والفرخ .

ويمكن اختبار ما فى الجذر من الميل الخاص الى الضرب الى أسفل دائماً وما فى الساق من الميل الى أعلى بأن يزرع الفول أولاً فى تربة من أرض البساتين ثم قلب بزوره بعد ذلك . ولا بد لاجتناب الخطأ من انتزاع جميع النباتات الصغيرة من التربة ثم وضعها ثانية فى الأرض على أوضاع مختلفة بحيث

يكون بعضها كما كان وقليل منها معكوس الجذور والسوق وبعضها موضوعا وضعا أفقيا . ولا بأس باختبارها مرة أخرى في آخر الأسبوع .

وهناك طريقة أخرى للإبانة عن تلك الخاصة ذاتها يمكن إجراؤها كما يأتي :

استنبت بزورا منقوعة في خرقة رطبة كما في التجربة الثالثة وعندما يصل امتداد الجذور الى ما يقرب من سنتيمتر وررع خذ بررتين وعلقهما بحيط جنباً لجنب في زجاجة بحيث يكون جذراهما الى أسفل وساقاهما الى أعلى . ويجب أن يكون بالزجاجة قليل من الماء حتى يبقى الهواء رطبا . وإذا بلغ طول الجذور خمسة سنتيمترات تقريبا فاعكس وضع بذرة من البزور بحيث تكون أطراف جذورها الى أعلى وساقها الى أسفل . ثم لاحظ أن قمة جذور البذرة المعكوسة تتدلى فيما يقارب اثنتي عشرة ساعة في أن تنجبه الى أسفل في حين أن الريشة تثنى ببطء أكثر حتى تأخذ الوضع الذي كانت فيه قبل أن تعكس . ولا بد من وضع الزجاجة في صندوق مظلم أو في خزانة مظلمة لانتفاء تأثير الضوء في النبات كما ينبغي نفخ الهواء النقي في الزجاجة مرتين في اليوم .

٨ — ان كانت البزور تختلف بعضها عن بعض اختلافا غير محدود من حيث حجمها وشكلها فانها شبيهة ببذرة الفول من حيث ان جميعها يشتمل على نبات صغير مجتمع داخل الغلاف البزيرية وتتفق جميع البزور في هذه الصفة الجوهرية إلا قليل منها ، ولهذا كانت البزور ذات فائدة في زراعة المظلات أو النباتات .

أما وضع الجنين في البذرة وحجمه النسبي ومنظر أجزائه المختلفة ، فانه يختلف في البزور اختلافا عظيما وفضلا عن هذا فان نمو النبات في خلال الانبات وبعده ليس واحدا في جميع الأحوال . ولا بد والحالة هذه من ملاحظة بعض الشائع والأهم من وجوه التخالف .

الخردل — تشتمل بذرة الخردل على جنين شبيه بجنين بذرة الفول مكون من جذير وريشة وفلقتين . وهاتان الفلقتان المتضامتان أرق جسما

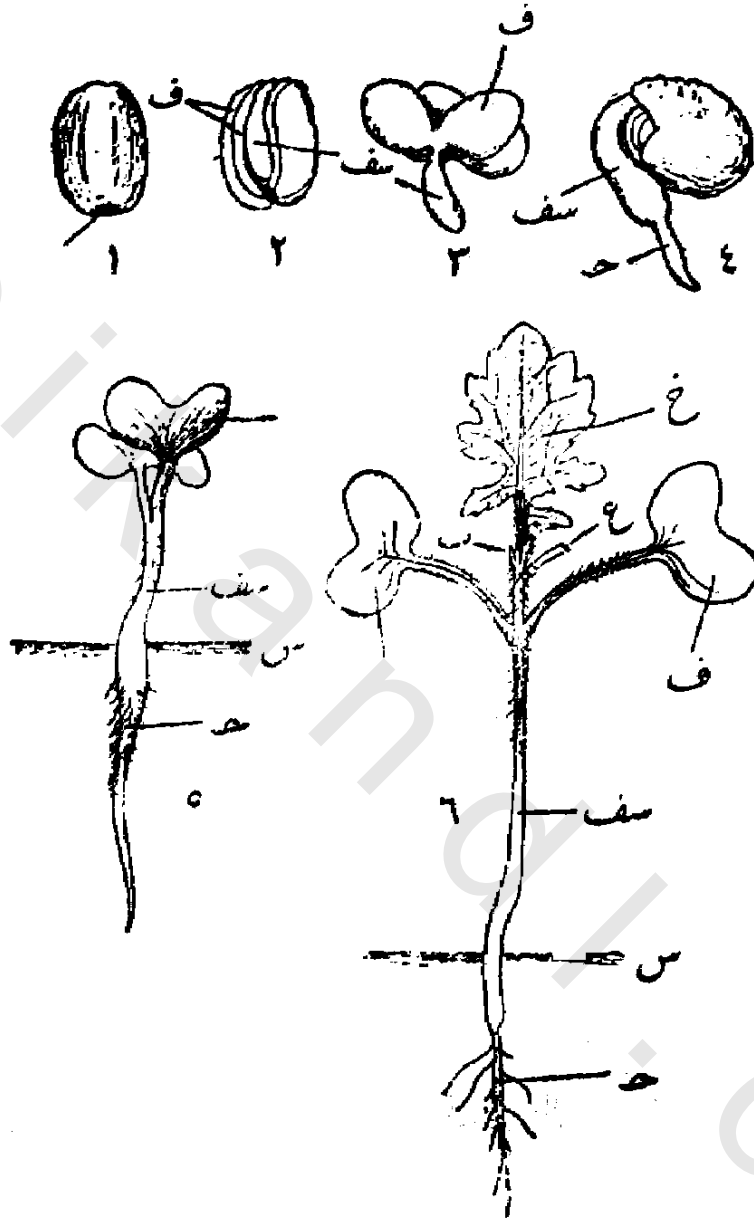
بالنسبة لحجم بذرة الفول وبهما بفتوة أوفرضة (Notch) عميقة كما يشاهد فى (شكل ٥) أما الجذير فممنحني وراقدا فى ثنية الفلقتين اللتين توجد فىهما الريشة صغيرة حتى لا تكاد ترى .

وعند الانبات تجد أن الفلقتين تخرجان من الغلاف خروجا تاما وتندفعان الى سطح الأرض (بدلا من بقائهما داخل غلاف البذرة واستقرارهما تحت الأرض كما هو حال بذرة الفول العريضة) ثم يكبر حجمهما فى الوقت نفسه ويصيران خضراوين كالأوراق المعتادة . وهما أول الأوراق الناعمة من بادرة نبات الخردل .

وبعد وقت قصير تخرج الريشة من بين الفلقتين وتكون ساقا توجد عليها الأوراق الخشنة المعتادة مجزأة وقد انبسطت قبل ذلك شيئا فشيئا .

تج ١٠ : انقع بعض بزور من الخردل ثم اخص بناؤها ولاحظ على الأخص كيف يجتمع الجنين فى داخل كل منها . دع بعضها ينبت وينمو مدة أسبوع أو أكثر على خرقة رطبة ثم اخصها فى مختلف أوضاع نموها مع ملاحظة الفلقات المفترضة المحزوزة وما معها من ريشة صغيرة وسويق جنينية سفلى بينة وما بين هذه السويق والجذر من الاقتران التام .

٩ - تسمى الفلقات التى تبقى تحت سطح الأرض "بالفلقات الأرضية" (Hypogean) ، أما الفلقات التى تخرج فوقه فتسمى "الهوائية" (Epigeal) والذى يعين موضع هذه الفلقات هو المقدار النسبى من نمو السويقة الجنينية السفلى والسويقة الجنينية العليا . فإذا نمت السويقة الجنينية السفلى بقوة فى خلال الانبات أو بعده فإن الفلقتين تندفعان فوق سطح الأرض فأما إذا نمت السويقة الجنينية العليا وحدها فترتفع الريشة فوق سطح الأرض وتبقى الفلقتان تحت سطحها فى الموضع الذى وضعت فيه البذرة . هذا والسويقة الجنينية السفلى من بذرة الفول العريضة قصيرة جدا كما أن النقطة التى تنتهى إليها تلك السويقة



(شكل ٥)

(١) بذرة الخردل الأبيض . (٢) جنين مطوى كما يرى بعد ازالة الغلاف البزور . (٣) الجنين غير مطوى . (٤) البذرة في حالة الانبات . (٥) بادرة حديثة . (٦) بادرة عمرها اسبوع .
 ف = الفلقنتان أو الورقتان الناعمتان ؛ سف = السويق الباذنية السفلى ؛ ح =
 الجذير والجذر الابتدائي ؛ خ = الأوراق الخوصية الأولى (الأوراق الحديثة) ؛ ع = عتق
 ورقة أخرى مثل خ بعد ازالة النصل ؛ ب = البرعم الطرفي أو الانتهاء ؛ س = سطح الأرض .

ويبتدىئ عندها الجذر غير معينة تمام التعيين . أما فى بادرة الخردل فنجد أن النقطة التى تفرق بين الجذر والساق متفحة قليلا ويسهل تمييزها (شكل ٥) .

١٠ - جميع النباتات التى تكون اجنتها بكتين برة القول والخردل تشتمل على فلتين ، وهذه تعرف "بذوات الفلتين" (Dicotyledons) ومنها تتألف ربة كبيرة بنة من النباتات الزهرية أو البزرية .

١١ - ان ما ذكر من البزور لا يشتمل داخل غلفها البزرية على شئ غير النبات الجنين الذى يتوقف نمو جذره وفرخه على المواد المخزونة فى بعض أجزاء جسمه ، ولا سيما فى الفلتين . ويصدق هذا حتى فى البزور التى تكون كبزور الخردل أى التى تكون فلتا الجنين فيها رقتين . وهناك عدد من النباتات كالحروع والبنجر والبطاطس له بزور بها مستودعات من الزاد داخل الغلاف البزرى وخارج الجنين وإن كانت تابعة لذوات الفلتين .

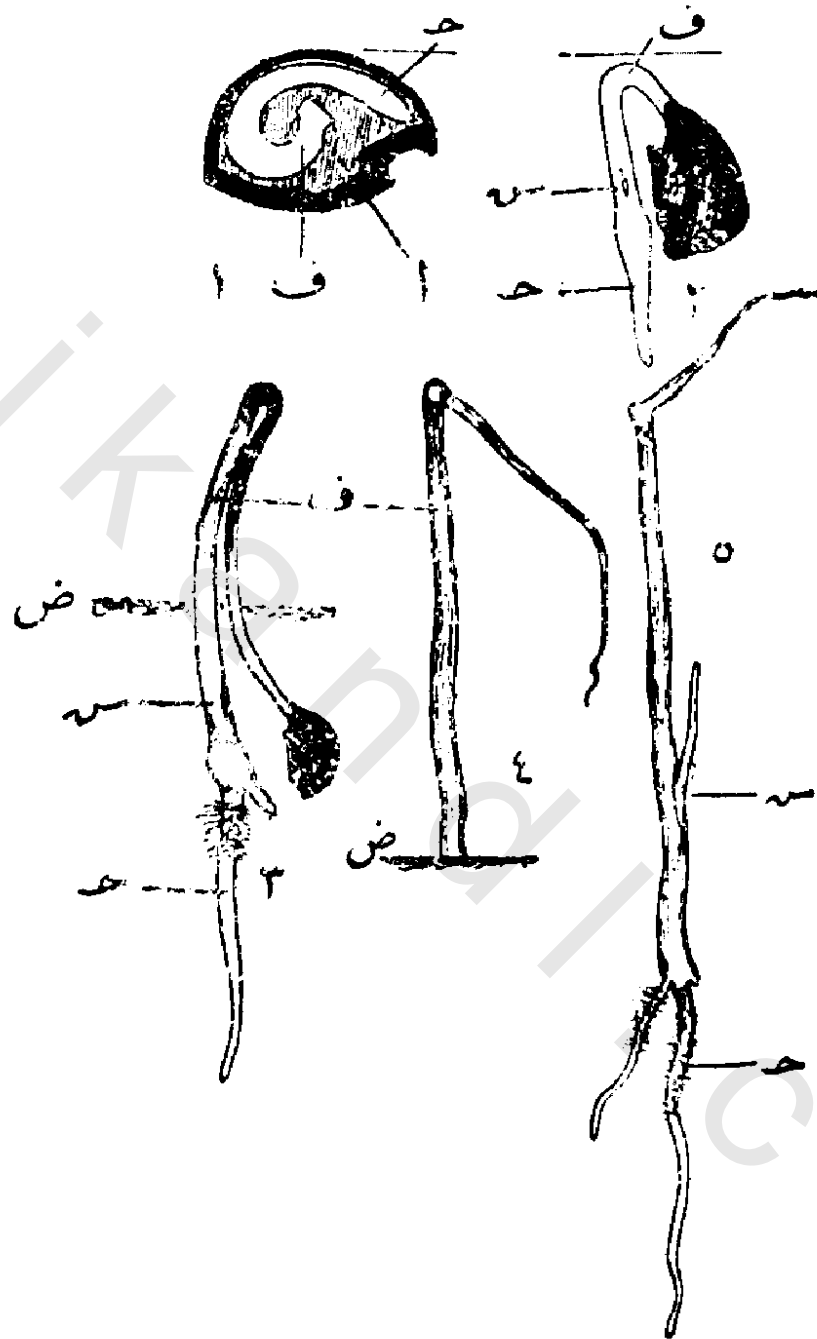
ويعرف ذلك الغذاء المختزن المنفصل مهما كان تركيبه الكيميائى "بالأندوسپرم" (Endosperm) وتسمى البزور التى تخزن هذا الغذاء "بالبزور الأندوسپرية" (Endospermous) أما البزور التى كالقول والبازلاء والجلبان والخردل واللفت وهى التى ليس بها غذاء منفصل مختزن فتعرف "بالبزور اللاندوسپرية" (Exendospermous) .

١٢ - ومن البزور اللاندوسپرية الشائعة ما يشتمل على أجنة ليست من ذوات الفلتين وهذه يختلف بناؤها من وجوه عدة عن بناء البزور التى سبق ذكرها ومن خير الأمثلة على ذلك البصل .

البصل — بزرة البصل سوداء بيضيه الشكل تقريبا أحد جانبيها محدب والآخر يكاد يكون مستويا وكل واحدة منها تشتمل على اندوسپرم وجنين معقوص في الداخل كما يرى في (رقم ١ . شكل ٦) وعند ما يتبدى الانبات نجد أن الجزء المنحنى (ف) المنغرس في وسط الاندوسپرم ينمو ثم يدفع طرف الجنين (ح) خارج البزرة . ومن هذا الطرف الظاهر الذي هو الجذير ينمو جذر أولى نحيل مستقيم يرى امتداده عند تقطعي ٣ ٦ ٥ من (شكل ٦) .

ينمو جزء البادرة الصغيرة الذي يمتد من الجذر الى داخل البزرة في أول الأمر بسرعة شديدة وينحني انحناء ظاهرا (رقم ٢ . شكل ٦) ثم يظهر فوق الأرض على شكل عروة مقفلة كما في (ف) ولكن بعد ازدياد النمو يشاهد أن الطرف الذي بداخل البزرة يخرج من التربة ثم ينمو قائما في الهواء . وتتغير القمة التي بداخل البزرة وتمتص الاندوسپرم ثم تظل كذلك عادة حتى تنتقل جميع المادة الغذائية منها الى شتى مراكز النمو في النبات الصغير وبعد نفاد الزاد المختزن تذبل القمة وتتفصل عن الغلاف البزري . أما في الأراضي المفككة الخوازة فان الغلاف يخرج فوق سطح الأرض قبل أن ينفذ الاندوسپرم ثم يبقى فوق طرف القمة مدة قليلة واذا كانت التربة أكثر رطوبة وأشد صلابة في طبيعتها بقي الغلاف البزري تحت الأرض بته .

أما جزء الجنين المنحنى الذي يظهر فوق الارض فهو ورقة وهذه الورقة هي فاقعة الجنين . وهي في حقيقتها ورقة رقيقة مجوفة مثل أوراق نبات البصل التام النمو تكون الريشة في باطنها وهذه الريشة تتكون من سلسلة أوراق مجوفة مخروطية الشكل داخلية بعضها في باطن بعض . وعند نقطة



(شكل ٦)

(١) قطاع من بذرة بصل . (٢) انبات البذرة . (٣) بادرة حديثة . (٤ و ٥) مثل (٣) إلا أنهما أكبر بأيام قليلة . يرى في (٣) وفي (٥) جذر ثانوى .
 ح = الجذير والجذر الابتدائى ؛ ف = فلق ؛ ش = شق فى الفاقة يخرج منه أول ورقة
 خوصية للبادرة ؛ ا = الدوسيرم البذرة ؛ ض = أرض .

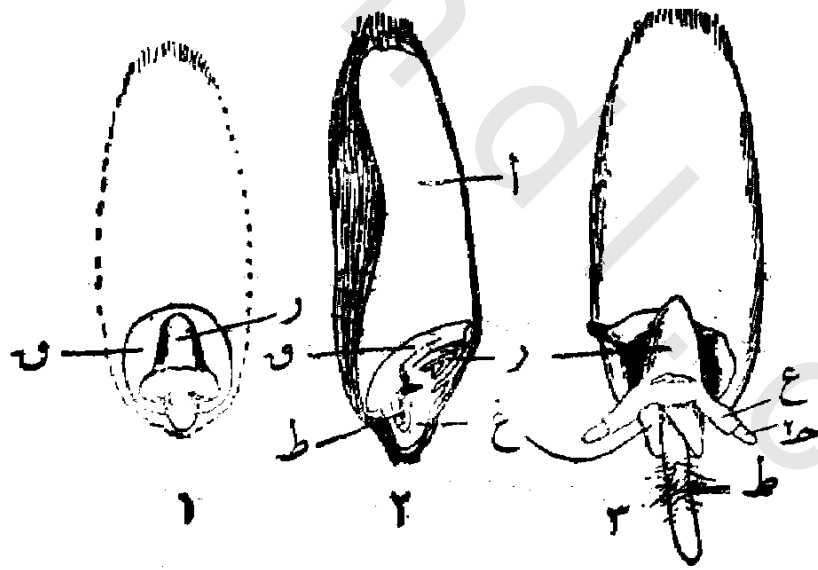
اتصال الجذر بالفلقة تماماً توجد قطعة غليظة تدل على المكان الذي به الريشة فوق هذا بمسافة قصيرة يوجد شق ضيق جداً (ش) تخرج منه أول ورقة خضراء للريشة (ش ٦ ٥ . شكل ٦) . وبعد خروج الورقة الأولى نتلوها الأوراق الأخرى بسرعة وتظهر الأوراق الصغيرة بترتيب منتظم مختزقة شقوقاً صغيرة في جوانب الأوراق التي سبقتها مباشرة في الظهور .

تج ١١ : لنقع في الماء بزوراً حديثة من بزور البصل بصع ساعات ثم افقع بعضها بموسى قطعاً موازياً لجوانبها المستوية لكي تظهر الجنين الذي بداخلها كما في (رقم ١ . شكل ٦) . استنبت بزوراً أخرى على ورقة نشاف رطبة ودعها تنبت واترك باذرتها تنمو وقيد عن هذه البزور ملاحظات في أدوار النمو المختلفة . راقب نبات البزور المزروعة في صناديق أو اصص بها شيء من تربة البساتين المعتادة .

١٣ — تعرف النباتات التي لجنينها فلقة واحدة "بذوات الفلقة الواحدة" (Monocotyledons) وهذه تكون الرتبة الثانية الكبرى من النباتات البزورية وقليل من المتداول بيننا من نباتات هذه الرتبة ما له بزور حقيقية كبيرة بحيث يمكن فحصها ولكن ربما كان البصل من أحسن الأمثلة الشائعة الحدوث التي يمكن عدها أنموذجاً لذوات الفلقة الواحدة كما أنه من السهل الحصول عليه . وجميع النجيليات (Grasses) تابعة لهذه الرتبة إلا أن بزورها وأجنحتها تختلف من وجوه عدة عن بزور البصل ويحسن بنا أن نفحص واحدة منها بالتفصيل .

القمح — حبة القمح التي يمكن اتخاذها مثلاً ليست بذرة وإنما هي نوع من الجوزة (Nut) بها بذرة واحدة في باطنها وتنمو هذه البذرة حتى تملأ باطن الجوزة تماماً وتصبح متصلة بجدارها الداخلي . ولا يشغل الجنين

إلا جزءا صغيرا من الحبة أما الباقي فيشغله اندوسپرم البزرة الفشوى (رقم ٢ . شكل ٧) . وتسهل رؤية الجنين عند قاعدة الحبة المنقوعة على الجانب المقابل للقناة وعند ما يستأصل يكون منظره كما فى (رقم ١ شكل ٧) . أما جزؤه الذى بالقرب من الأندوسپرم فهو مستوي وشحم نوعا وشكله كشكل الترس ويسمى " القصعة " (Scutellum) ويتصل بالجزء الأمامى من القصعة (١) الريشة وهى تشتمل على برعم مكون من ساق قصيرة جدا تعلوها أوراق غمدية الشكل يضوى بعضها بعضا ويشتمل الجنين عادة على ثلاثة جذور ويشاهد الجذر المتوسط منها عند ط (رقم ١ . شكل ٧)



(شكل ٧)

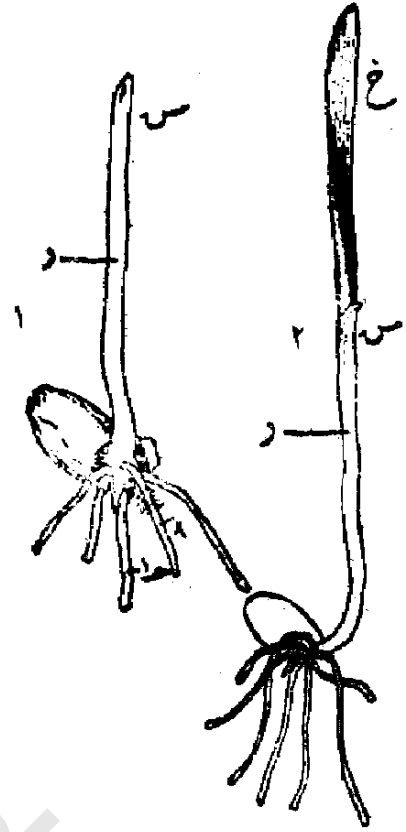
- (١) رسم حبة القمح يرى موضع الجنين وشكله . (٢) قطاع طولى فى حبة القمح .
 (٣) حبة قمح فى حالة انبات . ق = قصعة ؛ ر = ريشة الجنين ؛ ح^١ الجذر الابتدائى ؛ ح^٢ = الجذر الثانوى ؛ غ = الغلاف الجذرى ؛ ا = أندوسپرم .

وهو الجذر الابتدائى . يحيط بها جميعها غلاف أو غمد متصل بالقصعة ، ولذلك لا ترى تلك الجذور من الخارج ومع ذلك فموضعها معلم بثلاثة نتوءات بارزة ويعرف الغمد (Sheath) المحيط بالجذور بغمد الجذير (Coleorhiza) وعند ما يتبدئ الانبات يتمدد غمد الجذير ويمزق أغلفة الحبة ، وفى نفس ذلك الوقت تقريبا تخرج الجذور مخترقة غمدها . وإذا زرعت حبة الحنطة فى الأرض بقيت فى الموضع الذى تزرع فيه إلا أن الريشة تنمو ضاربة الى أعلى وتظهر فوق الأرض كورقة مفردة أنبوبية الشكل باهتة اللون ومن شق فى قمة هذه الورقة يبدو على عجل أول "نصل" (Blade) أخضر مستوى (خ . شكل ٨) ثم تتبعه أوراق خضراء منفردة متوالية الظهور وتنمو الأوراق الصغرى من داخل الأوراق الكبرى بترتيب منتظم .

نح ١٢ : انقع بعض حبوب من حبوب الحنطة فى الماء حتى تنتفخ ثم لاحظ النقط الآتية :
القناة (Furrow) الممتدة على ظهر الحبة - القمة الزعيرية والجانب المقابل للقناة . ابقها رطبة مدة يوم واحد . أما الجنين وهو يشاهد بسهولة من خلال الغلاف نصف الشفاف فانه يمكن استنصافه بأن يشق حول فلقته المستديرة بآبرة . الغص ينلعه ثم قارنه (بشكل ٦) . اقطع الحبة بسكين حادة أو بموسى من خلاف أى من الخلف الى الأمام بحيث تقسم الحبة قسمين طوليين ثم لاحظ الاندوسبيرم النشوى وكذلك شكل الجنين المنقسم وأجزاءه . ضع صحيفة مطوية من ورق النشاف الرطب على لوح مسطح ثم ضع بعض حبوب من الحنطة المنقوعة عليه وغطه بكوبه تجدد أن الحبوب تنبت ثم لاحظ تقدمها فى النمو الى الوقت الذى تظهر فيه أول ورقة خضراء . وخذ الجنين واختبره فى أدوار نموه المختلفة .

اختلفت الآراء فى أى جزء من أجزاء الجنين يمكن اعتباره الفلقة فقال بعض النقاد : ان القصعة هى الفلقة . وقال بعضهم : انها هى أول أوراق

غمدية تظهر فوق الأرض ولا يكون لها
نصل أخضر (ر . شكل ٨) . وقال
آخرون : ان أول ورقة غمدية انما هى
استطالة للقصة فمجموعها حينئذ هو
الفلقة ، ولكن مهما يكن من الأمر فليس
للحطة إلا فلقة واحدة ، وعلى ذلك فهى
تابعة للنباتات ذات الفلقة الواحدة .



(شكل ٨)

- (١) بادرة نبات قمح .
(٢) بادرة عمرها بضعة أيام .
ر = أول ورقة غمدية من الريشة
؛ ش = شق عند طرف ر تخرج
منه خ = أول ورقة خضراء .

تج ١٣ : لاحظ لين الاندوسپرم فى حبوب حنطة منبتة وكذلك تقص هذه المادة بعد نمو
البادرات . استاصل الأجنة من حبوب منقوعة نقعا جيدا ثم ضعها بلا اندوسپرم على ورقة نشاف
وطبسة . واترك بعض حبوب سليمة من الحبوب المعتادة لتنمو معها تجد أن كلا من الأجنة التى
فى الحبوب والأجنة المنزرعة منها ينمو غير أن هناك فرقا عظيما فى النتيجة التى تشاهد بعد بضعة أيام .

١٥ - إن مخزون الغذاء الذى يتوقف عليه الانبات كاف لتمكين النبات
من تكوين جذور وساق وبضع أوراق كما يشاهد عند ما تترك البزور لتنبت

على خرقة رطبة أو على قطعة مثلها من ورق النشاف الذى لا يمكن أن تمتص الحبوب منه شيئا سوى الماء . هذا النمو الأول لا يحتاج الى مواد غذائية ولا الى الأسمدة ، بل تثبت البزور وتنمو البادرات مدة طويلة فى الأراضى الضعيفة أو الرملية كما تنمو فى الأرض الجيدة الحصبة ويجرد نفاد الغذاء المختزن تظهر عليها علامات الجوع . فإذا لم تزود النباتات بالمواد الغذائية التى توافقها من التربة والهواء وتوضع أيضا فى ظروف مناسبة لنموها كانت عرضة للضعف والمرض . ومن البزور الكبيرة كالفول والبازلاء حيث يوجد مقدار كبير من المادة الغذائية المختزنة ما تبتدى بادراته فى تكوين الغذاء لنفسها من المواد المنتصة من التربة والهواء وذلك قبل نفاد الغذاء المختزن بمدة طويلة . أما فى البزور الصغيرة فإن الغذاء المختزن يستهلك تقريبا قبل نمو السوق والأوراق نموا كافيا لقيامها بعملها قياما تاما . وفى هذه الحالات يكون نموها عرضة لما يحدث من موت تلك البزور جوعا أو لما يقف أو يعوق ذلك النمو ولا سيما اذا زرعت البزور على عمق بعيد جدا لأن الأمر يحتاج والحالة هذه الى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفى لرفع الأوراق والصعود بها فى الهواء .

الفصل الثالث

الجذر

١ — لوحظ فى البادرات التى سبق ذكرها فى الفصل الثانى أن كلا منها مكون من أجزاء متميزة بعضها عن بعض هى الجذر والساق والأوراق . وأن هذه الأجزاء توجد عادة فى جميع النباتات الزهرية الشائعة . بقى علينا أن نفحص كلا منها على حدته لحصا مفصلا .

على خرقة رطبة أو على قطعة مثلها من ورق النشاف الذى لا يمكن أن تمتص الحبوب منه شيئا سوى الماء . هذا النمو الأول لا يحتاج الى مواد غذائية ولا الى الأسمدة ، بل تثبت البزور وتنمو البادرات مدة طويلة فى الأراضى الضعيفة أو الرملية كما تنمو فى الأرض الجيدة الحصبة ويجرد نفاد الغذاء المختزن تظهر عليها علامات الجوع . فإذا لم تزود النباتات بالمواد الغذائية التى توافقها من التربة والهواء وتوضع أيضا فى ظروف مناسبة لنموها كانت عرضة للضعف والمرض . ومن البزور الكبيرة كالفول والبازلاء حيث يوجد مقدار كبير من المادة الغذائية المختزنة ما تبتدى بادراته فى تكوين الغذاء لنفسها من المواد المنتصة من التربة والهواء وذلك قبل نفاد الغذاء المختزن بمدة طويلة . أما فى البزور الصغيرة فإن الغذاء المختزن يستهلك تقريبا قبل نمو السوق والأوراق نموا كافيا لقيامها بعملها قياما تاما . وفى هذه الحالات يكون نموها عرضة لما يحدث من موت تلك البزور جوعا أو لما يقف أو يعوق ذلك النمو ولا سيما اذا زرعت البزور على عمق بعيد جدا لأن الأمر يحتاج والحالة هذه الى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفى لرفع الأوراق والصعود بها فى الهواء .

الفصل الثالث

الجذر

١ — لوحظ فى البادرات التى سبق ذكرها فى الفصل الثانى أن كلا منها مكون من أجزاء متميزة بعضها عن بعض هى الجذر والساق والأوراق . وأن هذه الأجزاء توجد عادة فى جميع النباتات الزهرية الشائعة . بقى علينا أن نفحص كلا منها على حدته لحصا مفصلا .

٢ — الجذور الأولية والثانوية — قد لوحظ عند البحث فى بادرة الفول أن طرفها ينموان دائماً فى اتجاهين متضادين ، وعليه يمكن اعتبار البادرة محورا ممتدا يحمل أحد طرفيه الأوراق ويظهر فوق الأرض دائماً ، أما الطرف الآخر فلا يحمل أوراقا مطلقا ويضرب فى الأرض عموديا دائماً ويعرف الجزء الضارب الى أسفل ”بالجذر“ ولكن لا تسير كل الجذور بهذه الكيفية كما سيبين لك كما أن كثيرا من أجزاء النبات الأرضية ليست بجذور . أما ما شذ عن ذلك فسيذكر فى الفصول الآتية .

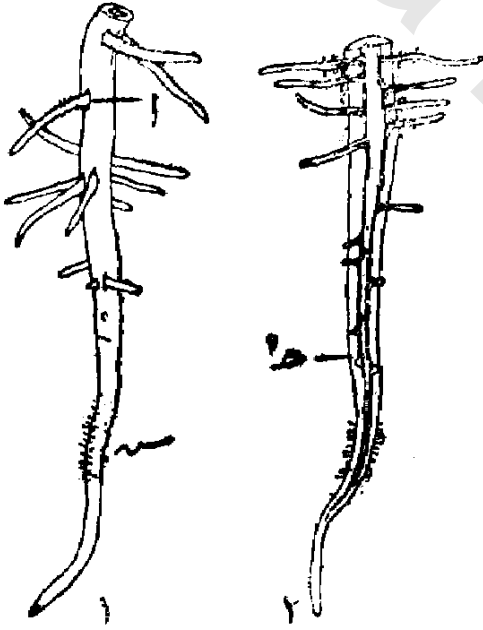
أما الجذر الأول الذى يشتمل عليه نبات الفول فهو محض استطالة لجذير الجنين الذى يوجد فى البزرة نفسها ، ويجرد خروجه من البزرة يتجه الى أسفل ثم يستطيل بما يحدث فيه من النمو بالقرب من طرفه .

تج ١٤ : استنبت بذرة فول عريضة على خرقة رطبة ، وإذا قرب طول الجذر الابتدائى من سنتيمترين فضع عليه نقطة صغيرة بمد كل واحدة عن الأخرى ملية تربو واسطة قلم أو فرشاة دقيقة تنمى فى مداد هندى ثم لف البزرة فى قطعة قطن مندوف رطب واترك الجذر المغمى حرا فى سيره ثم ضعها فى قاع قمع من الزجاج ذى أنبوبة ضيقة بحيث يبرز الجذر المغمى الى أسفل القمع ، ثم غط القمع بقطعة من الزجاج أو من الورق المقوى حتى يمنع التبخر ثم استخرجها بعد تركها فى مكان مظلم يومين أو ثلاثة ولاحظ موضع النقط على الجذر المستطيل ثم قس المسافات التى بين هذه النقط وتبين أى جزء من الجذر نما أكثر من سواه .

وبعد أن يطول خمسة سنتيمترات أو سبعة تجد أنه قد نشأت عليه فروع تشبه الجذر الأولى نفسه ، غير أنها تكون أدق منه (شكل ٩) وهذه تنمو متباعدة عن الجذر الأولى بحيث تعمل معه زوايا قائمة تقريبا بدلا من أن تكون عمودية الى أسفل مثله وتمتد هذه الفروع الجانبية (Lateral Branches) على تلك الطريقة وذلك بنموها عند أطرافها وتسمى ”بالجذور الثانوية“

(Secondary Roots) ثم تكون هذه جذورا ثالثة (Tertiary Roots) تخرج منحرفة عن الجذور الثانوية وقد يستمر ذلك التفرع بهذه الطريقة حتى تتألف مجموعة عظيمة جدا من الجذور تسمى "المجموع الجذري للنبات" (Root System).

وإذا دققنا فحص جذر بادرة تامة النمو من بواذر الفول نرى الجذور الثانوية مرتبة في خمسة صفوف على امتداد الجذر الأوى وليست عديمة النظام كما يرى ذلك لأول وهلة ومع هذا فبعد بعضها عن بعض في الصفوف ليس متساويا . وأول ما يظهر منها يكون قريبا من الفلقتين ثم يتبعها غيرها وهذه تنمو عند نقط أقرب إلى القمة من



(شكل ٩)

(١) جذر الفولة الابتدائي، يرى الجذور الثانوية الجانية ؛ ش = شعور جذرية .

(٢) قطاع طولى للجذر ابتدائي، يرى الأصل الارفى للجذور الجانية .

غيرها ومن ثم كان أصغرهما سنا أقربها إلى قمة الجذر الأوى وأكبرها دائما أبعدا وعلى ذلك يمكن تعيين العمر النسبي للجذور الجانية المختلفة بفحص موضعها من الجذر الابتدائي ويعرف هذا النوع من التعاقب الذى يكون فيه أصغر الأجزاء أقربها إلى قمة المحور الذى ينمو عليه ويكون أكبرها أبعدا منه ، بالتعاقب القمى (Acropetal Succession) .

٣ — ومن النقاط التى تجب ملاحظتها أن الجذور الجانية لا تنشأ من سطح الجذر الأوى بل تأتي

من داخله وتعرف "بالجوفية الأصل" (Endogenous) أما الشقوق التى تحدثها هذه الجذور فى جسم الجذر الأولى وتخرج منها فيمكن رؤيتها بسهولة فى بادرة من الفول (رقم ١ . شكل ٩ ، ١٠) وإذا فُحصت قطاعا طوليا من الجذر كما فى (٢) تبين لك أن الجذور الجانبية الثانوية مرتبطة بقلبه المركزى الذى هو أشد صلابة من سواه .

أما الثلاثة السفلى فهى وإن كانت قد أخذت فى النمو فإنها لا تكون قد اخترقت طبقة الجذر الخارجية وعلى ذلك لا يمكن رؤيتها على ظاهر هذه الطبقة .

وهذه الصورة الاشتقاقية هى على وجه الإجمال من خصائص الجذور الجانبية حيثما وجدت .

نح ١٥ : ضع بعضا من بزور الفول العريضة على خفة مبللة ودعها تنبت وتتمو كما فى التجربة الثالثة وراقب نشوء الجذور الثانوية ولاحظ موضعها وصفوفها الطولية على الجذر الأولى . اقتطع شريحة من الجذر عليها جذور ثانوية وانظر أصلها الجوفى . اقتلع من الأرض بحجرة نامية نصف نمو ثم لفه وجزه ثم اغسل الطين عنها ولاحظ ترتيب الجذور الثانوية على الجذر الأولى . شق جزه بسكين شفا مستطيلا عميقا من قشرتها الى مركزها ثم اسلخ القشرة والفص المركز الذى تنشأ منه الجذور الثانوية وانظر كم صف هناك منها .

٤ — ان كثيرا من ذوات الفلقتين له جذور مشابهة لجذور نبات الفول . فاذا استمر الجذر الأولى فى النمو كما فى هذه الحالة مع بقاءه أكبر من الجذور الجانبية فإنه يسمى "بالجذر الوتدى" (Tap root) وأحسن الأمثلة على ذلك فى النباتات المزروعة جذر الجوز والبنجر والخردل والبرسيم والحشخاش وغيرها من أعشاب عثة وكذلك جذر معظم الأشجار ذات الأوراق العريضة .

ومن النباتات عديدة له جذور منتفخة شحمة فيها تخزن المواد الغذائية لاستعمالها في المستقبل وتسمى هذه "بالجذور الدرنية" (Tuberous) وهذه غير الدرنيات إذ الدرنيات هي سوق أرضية شحمة .

ولتمييز الأشكال المختلفة من الجذور الغليظة استعملت نعوت شتى خاصة بكل منها ، فالجذر النموذجي من الجذر هو مخروطي الشكل (Conical) وجذر اللفت يسمى "الجذر اللفتي الشكل" (Napiform) ويقال لجذر الفجل "مغزلي الشكل" (Fusiform) ، وفي بعض الأحوال تجارى الفروع في الحجم الجذر الأولي الذي نشأت منه ، بل ربما توقف هذا الجذر عن النمو . وإذا اقتلعت النباتات التي جذورها من هذا القبيل تكون كرزمة من الجذور الناحلة أظهر ما فيها أنها واحدة في القطر والطول تقريبا ويعبر عن هذه الجذور "بالجذور الليفية" (Fibrous) ، وأحسن مثال لها جذور النجيليات .

هـ — الجذور العرضية — تختلف جذور ذوات الفلقة الواحدة من النباتات في تكوينها عن ذوات الفلقتين وذلك أن الجذر المفرد الأولي من البصل مثلا لا يمكن أن يمتد إلا زمنا قصيرا ثم يتبعه آخر من الجذور التي لا تنشأ من الجذر الأولي بل تنشأ من ساق النبات الشديدة القصر وتسمى الجذور التي تخرج من السوق والأوراق أو من الأجزاء المختلفة من جذور النباتات دون أن يكون تعاقبها قويا "بالجذور العرضية" (Adventitious Roots.) وهي شائعة في ذوات الفلقة الواحدة من نباتات الحقول والبساتين ويمكن اعتبارها أهم الجذور التي تشتمل عليها تلك النباتات . ففي الحنطة مثلا يشتمل جنين الحبة على ثلاثة جذور . أما في الشعير فيشتمل على خمسة أو ستة على أن هذه مؤقتة فائدتها مقصورة على أدوار النمو الأولى وإذا ما أظهر نبات الحنطة

والشعير بعض أوراق فوق الأرض تجد أن جذور الجنين الأولى قد خلفتها جذور عرضية تنبت من عقد الساق السفلى بالقرب من سطح الأرض (شكل ١٠) والجذور العرضية ان كانت غير مقصورة على ذوات الفلقة الواحدة من النباتات وان كانت شائعة فيها فان هناك في كثير من أنواع النباتات ذوات الفلقتين أمثلة عديدة ، ومن أحسنها ما تجده على السوق الأرضية (Underground stem) من النعنع والبطاطس وكذلك على ممداد (Runner) الشليك وعلى سوق كثير غيره من النباتات وتبدو هذه الجذور في العادة عند العقد التي تنمو منها الأوراق على الساق وربما نشأت في بعض النباتات (في ممداد الشليك مثلا) عن عوامل داخلية لا دخل فيها للتأثرات الخارجية ويتوقف نموها في بعضها على ملائمة الساق للماء أو للتربة الرطبة . وقد يمكن جعل جميع أجزاء بعض النباتات قادرة على إنتاج تلك الجذور . ومن النباتات كثير مثل الكرم والبلارجونيوم يتوقف توليده على عقل وقطع منها . وإذا وضعت قطع الساق التي تقطع من أسفل الورقة مباشرة في أرض رطبة فانها تنتج جذورا عرضية بسرعة بالقرب من الطرف المقطوع . ويستفاد من تكون هذه الجذور في تكثير النباتات بواسطة الترقيد .



(شكل ١٠)

نبات شعير صغير بين الجذور العرضية
(جمع) خارجة من أول عقدة أو كعب
من الساق .

نتج ١٦ : الفص جذور مداد الشليك وكذلك جذور الفراخ الصغيرة للكدر جلكس والتي تكون على السوق الأرضية من البطاطس والنعنع وعلى ما يكون قريب الأرض من سوق الحنطة والشعير والذرة .

لاحظ موضع هذه الجذور وعددها وامتدادها والفص جذورا تكون على أى عقل يمكن الحصول عليها ولاحظ أيضا ما اذا كانت هذه الجذور تنشأ على السطح المقطوع أو عند نقطة بعيدة عنه بمسافة ما .

والجذور العرضية تكون في العادة رفيعة ليفية ولكن جذور البطاطا الحلوة جذور درنية .

٦ — وتختلف المجاميع الجذرية في امتدادها اختلافا عظيما ولكن مجموع الطول في جميع الأحوال أعظم بكثير مما يقدر في العادة ، فقد قيس طول المجموع الجذري في نبات الحنطة الذي عمره سنة واحدة فوجد أن مجموع طول الجذور يبلغ ٥٠٠ الى ٦٠٠ متر . وقد اقتلعت الريح شجرة فظهر أن بها عدد قليل من الجذور الغليظة تشابه أفرع الجذع الغليظة ، وأنه من هذه تتفرع جذور أكثر منها عددا نسيجها أدق من نسيج تلك ، ومع هذا فإن العدد الأعظم مما تشتمل عليه الشجرة من الجذور بقى في الأرض بشكل جذيرات دقيقة جدا تمتد الى الخارج بمقدار امتداد الفروع والأوراق على الشجرة أو أكثر من ذلك بقليل ولكن في بعض الأحيان تمتد بمقدار أكثر من ذلك بكثير . وليست الجذور مقصورة على النمو أفقية قريبة من سطح التربة وإنما تمتد كلالك الى أسفل ، وقد وجد في أحوال فريدة أنه حيث يحصل من الهواء على مقدار كاف بواسطة الشقوق والفجوات تضرب الجذور في الأرض أمتارا عدة ولكن أطول الأشجار في الجملة قلما تضرب جذورها في الأرض الى عمق أكثر من مترين ونصف واعلم أن قلة الهواء ووجود المواد الفاسدة المضرة في الطبقات السفلى من الأرض يعوق تقدم النمو في ذلك الاتجاه .

وفى كثير من النباتات نجد أن كل ستيتمتر مكعب من التربة التى تظلمها هذه النباتات يشتمل على جذيرات دقيقة رقيقة وأن امتداد التفرع فى جذورها لا يمكن ادراكه إلا نادرا وذلك لأن جذيراتها الرقيقة تتقطع بسهولة حينما يقلع النبات أو تعبت به الأيدي ، ولكثير من أشجار الغابات عادة خاصة هى ارسال جذورها فى الأرض على مسافة أقدام عدة ، ومن أشجار الفاكهة التى من هذا القبيل والتى تحتاج الى تربة عميقة لكي تنمو نموا حسنا شجرة المشمش وبعض الأشجار تحفظ مجموعها الجذرى بالقرب من سطح الأرض ثم تنتشر أفقية فيها كالتين .

أما السفرجل الذى يستعمل كأصل يطعم عليه الكثرى فله جذور تبقى فى الطبقات العليا من الأرض وعادة وجود الجذور قريبة من سطح الأرض بينة واضحة فى التفاح البلدى وهو الذى يطعم عليه التفاح الآخر .

ويضرب المجموع الجذرى من نبات الخنطة فى الأرض الى عمق أكثر من المجموع الجذرى من الشعير وترسل جذور البنجر الطويلة جذيراتها الدقيقة فى طبقات الأرض الى عمق أبعد من جذيرات الكرنب واللفت ويضرب البرسيم الحجازى جذوره فى الأرض الى عمق أبعد من جذور البرسيم البلدى . هذا ولجميع النباتات تقريبا عادات خاصة متميزة بعضها عن بعض من هذه الوجهة .

٧ - إن صفة نمو الجذور وامتدادها لا يتوقفان بته على نوع النبات ولكنهما تتأثران تأثرا كبيرا بالظروف الخارجية والعوامل المحيطة بها كتركيب نوع الأرض ومقدار ما بها من الماء . واعلم أن الأراضى العميقة المفككة والأراضى الرملية الرخوة يكون المجموع الجذرى فيها أكبر منه فى نبات

مماثل له نام في أرض صلبة ثقيلة . أما في الأراضي التي ليست متشبعة بالماء فان ازدياد الرطوبة فيها لدرجة ما يزيد تفرع الجذر . ومن أحسن الأمثلة على تأثير الماء تعززه كمية عظيمة من الهواء ما يرى في النباتات التي يحسن تعهدها بزراعتها في الأصص (القصریات) ، وكذلك ما يشاهد في النباتات المزروعة بالقرب من السواقي .

ويتنوع المجموع الجذري تنوعا عظيما أيضا تبعا لمقدار الأسمدة أى المواد الغذائية الموجودة في التربة ونوعها فان نمو الجذر يزداد بزيادة المواد الغذائية لدرجة محدودة لأن الزيادة تعوق النمو . ويؤثر جذع الجذور في نمو المجموع الجذري فاذا قطع الجذر الأصلي الكنبه أو شجرة عند منطقة نموه امتنعت استطالته بعد ذلك غير أن الجذور الثانوية تعوض عما فقد بأن تنمو نموا شديدا ويغلب إذ ذاك ظهور جذور عرضية كثيرة بالقرب من الطرف المقطوع .

ولكى تزرع جميع النباتات زراعة حسنة يقتضى دراسة طريقة التفرع في جذورها ومعرفة النسب بين الجذر الأصلي الغليظ والجذور الثانوية وبين الفروع الدقيقة التي تنشأ منها والتي تنتشر في الأرض في جميع الجهات .

هذا وجدير بالملاحظة معرفة النسبة بين المجموع الجذري الذى تحت الأرض وبين الأغصان والأوراق التى فوقها .

أما ملائمة النباتات لشتى أنواع الأراضي ومسألة احتياجها للماء ، والفلاحة التى تجب لها وتسميد النبات تسميدا مضبوطا فيعرف معرفة جيدة ، ويقدر تقديرا حقيقيا بالعناية في دراسة هذه النقط . والزروع ذات الجذور الأصلية مثل البنجر الطويل والجوز تحتاج أن تخدم تربتها خدمة جيدة الى عمق عظيم من الأرض .

أما النباتات ذات الجذور التي تكون في الطبقة السطحية من الأرض مثل الشعير فيمكن زرعها في تربة أرق من تلك ويصدق هذا على الكثير المطعمة على السفرجل والتفاح المطعم على النوع البلدى منه . ومثل هذه النباتات اذا سمد سطح تربتها بسماد قابل للذوبان كانت أسرع من النباتات ذات المجموع الجذرى الضارب في الأرض الى عمق بعيد في استفادتها منه وفي تملكها الحياة .

نح ١٧ : يجب على الطالب أن يحفر جذور بعض عينات من النباتات الحقلية المهمة و يفتحصها ولا سيما من وجهة شكلها العام وعليه أن يتأمل امتداد جذور الأعشاب الشائعة في النيطان وفي المراعى .

إبدأ بفحص البوادر الصغيرة التي يسهل الحصول عليها سليمة كاملة وانظر هل يوجد لها جذر أصلى أم لا ؟ والفحص التفريع في جذورها والعمق الذي تصل اليه في الأرض ثم امتدادها الأفقى .

٨ - الشعيرات الجذرية - يشاهد فوق جذر بادرة الفول التي تثبت على خرقة رطبة أو على قطعة من ورق النشاف حزام من الشعيرات الدقيقة بيضاء اللون حريرية وهذه تسمى "بالشعيرات الجذرية" . ولا توجد عند نهاية الجذر مطلقا بل تنشأ على مسافة ما خلف منطقة النمو . وكلما طال الجذر ماتت الشعيرات الجذرية التي فوق الأجزاء الكبيرة وانقلابت سمراء اللون ونمت شعيرات أخرى فوق الأجزاء التي تليها في السن ، وعلى ذلك فالجذر يكون جميعه مغطى بهذه الشعيرات الرقيقة الشفافة وراء طرفه بمسافة صغيرة مهما يكن من طوله وحجمه .

وإذا ظهرت الجذور الثانوية نشأت عليها الشعيرات الجذرية على الطريقة السابقة واتبعت في نموها عين النظام الذي سارت عليه شعيرات الجذر الأولى ويتوقف حجم الشعيرات ووفرتها على نوع النبات وعلى مقدار الرطوبة المحيطة

بالجذر . فالنباتات النامية في الأما كن الشديدة الرطوبة أو المغمورة بالماء لا يكون بها من الشعيرات الجذرية إلا القليل وقد لا تكون فيها شعيرات جذرية مطلقا . ويعاق نمو هذه الشعيرات في الأراضي الشديدة الجفاف وأكثر ما تكون هذه الشعيرات الجذرية في الأراضي المعتدلة في رطوبتها .

وقد وجد أن إمداد الأرض بكمية وافرة من الحيز يزيد عدد الشعيرات الجذرية وطولها في كثير من النباتات . والشعيرات الجذرية كائنات جوفاء البناء شبيهة بالأنايب وهي غير الجذيرات الصغيرة الدقيقة بل هي استطالات من سطح الجذر (شكل ٦٢ ٦ ٦٨) ومهمتها امتصاص الماء من الأرض وما ذاب فيه من المواد المختلفة . والشعيرات الجذرية في النباتات النامية في الأرض متصلة بجزئيات التربة اتصالا كليا وهي من رقة الجسم بحيث يكاد يكون من المحال انتزاع نبات من الأرض بدون اتلافها .

تج ١٨ : استنتج بزورا من القول والجردل وحبوب الشعير والحنطة في خربة رطبة ثم فحص الشعيرات الجذرية النامية على الجذور الابتدائية ولاحظ دقتها ثم موضعها وطولها وكثرتها .

تعتبر هذه الشعيرات الجذرية من أهم الأعضاء التي تشمل عليها النباتات وإن كانت من الصغر بحيث لا تكاد ترى إذ أن جميع المواد الغذائية التي يحصل عليها النبات من الأرض وكذا الأسمدة فيها إنما تمتص بواسطة الشعيرات الجذرية وبها يترود النبات دائما بما يحتاج إليه من الماء ، ولذلك يترتب على تلفها عند شتل النبات أو عند حدوث أى عارض يعوق نموه وعمله كشدة جفاف التربة أو سوء تهويتها نقص في مقدار ما يستمده النبات من الماء يعقبه ذبول واضح .

الفصل الرابع

الفرخ الخضرى (Vegetative Shoot)

السوق والأوراق والبراعم

١ — قد لوحظ فيما سبق أن بادرة نبات الفول تشتمل على جزء ضارب فى الأرض هو الجذر وعلى جزء صاعد فوقها وهذا يعرف بالفرخ الأصيل وهو يشتمل على محور يسمى "الساق" وفوق تلك الساق متسق من زوائد (Appendages) جانبية تسمى "الأوراق". أما النقط التى فوق الساق والتى تتصل بها الأوراق فهى غليظة نوعا وتسمى "العقد" (Nodes) ومسافات الساق التى بين كل عقدة وأخرى تسمى "السلاميات" (Internodes)، واعلم أن نشوء الأزهار لا يكون إلا فوق الفرخ كما أن من مميزات النباتات البزيرية أن يكون تولد البزور فوق الفراخ دون الجذور، وسنضرب صفحا عن الكلام فى الأزهار فى هذا المبحث ونوجه العناية الى الفرخ الخضرى أو الساق الحاملة أوراقها المعتادة الخضراء من حيث أصله وطبيعته.

٢ — يكون الفرخ الأصيل قصيرا جدا فى الأدوار الأولى من تكشف نبات الفول وهو إذ ذاك يحمل الفلقتين أو الأوراق الابتدائية (Primary Leaves). أما طرف الفرخ الأصيل فينتهى فى الريشة والريشة برعم لا يمكن رؤية أجزائه بالعين المجردة ولكنه لا يكاد يظهر فوق الأرض حتى نجد أن البرعم مكون من ساق قصيرة مستورة بعدد من الأوراق الملفوفة ومنظره الخارجى فى هذا الدور مرسوم فى (رقم ١ . شكل ١١) ورسم



(شكل ١١)

- (١) السويق الجنينية العليا من بادرة فول مع الريشة .
- (٢) قطاع طول منها ؛ سع = سويق جنينية عليا ؛ ر = نقطة النمو الطرفية من الريشة ؛
و = ورقة في محورها برعم ب^١ ، ب براعم في إباط الأوراق الداخلية من الريشة .
- (٣) سويق جنينية عليا فيها الريشة في حالة تفتح .
- (٤) عهد متأخر من نمو السويق الجنينية العليا ؛ سع يبين الاتصال ببذرة الفول ؛ و^١ = أول ورقة (أولية) في محورها ب^١ = برعم ، و^٢ = ورقة ثانية (أولية) ؛ ح = أوراق خوصية عادية ؛ ب = براعم في إباط الفلقتين على وشك الكشف عن سوق ربما تخرج فوق الأرض .

قطاع طولى منه موجود كذلك فى (رقم ٢ . شكل ١١) وإذا تقدم النمو استطالت هذه الساق القصيرة التى بداخل البرعم وانفصلت الأوراق التى تراكت عليها فى أول الأمر بعضها عن بعض . وإذا علم على الساق بعلامات كالعلامات التى سبق وصفها فى تج (١٤) الخاصة بالحدرتين أن الزيادة فى الطول تحدث عند قمة الفرخ وبعد أن يبلغ الفرخ مقدارا معيناً من الطول تقف السلاميات السفلى عن الاستطالة . أما السلاميات العليا التى هى أصغر سناً وأقصر طولاً من السابقة فتستطيل ثم تقف على نحو ما تقدمها ثم تتبعها سلاميات أصغر من سابقتها سناً وأقرب منها إلى القمة . وقد يصل طول الساق بذلك إلى نصف متر أو متوفيل أنه ينقضى فصل النمو بل ربما وصل إلى أكثر من ذلك . أما القمة النهائية أو نقطة النمو (Growing point) كما يطلق عليها فإنها تبقى صغيرة السن طول الوقت وتكون بمثابة مصنع لتنمية الساق وتوليد الأوراق وهذه النقطة الرخصة الرقيقة تحميها الأوراق الصغيرة الملفوفة الناشئة على شكل زوائد من السطح الخارجى . هذا وأصغر الأوراق سناً أقربها من قمة الساق التى تحملها . أما الأوراق الكبيرة فإنها تبعد عنها بانتظام أى أنها تنشأ على التعاقب القمى ولا توجد أوراق عرضية مطلقاً .

تج ١٩ : (١) استنبت بزور فول فى أصص أو صناديق مشتملة على مخلوط من الرمل الرطب وتربة البساتين .

أقطع قطاعات طويلة ثم انقص بناء الساق والبرعم الطرفى من البادرة بمجرد ظهورها على سطح الأرض .

(٢) لاحظ نمو الساق حتى وقت تفتح الأوراق الخضراء وانتشاوها وانظر الحالة الأصلية فى الأوراق التى تبدو أولاً .

(٣) اوسم علامات صغيرة على الساق بالحبر الهندى بحيث تكون المسافة بين كل واحدة وأخرى نصف سنتيمتر ثم لاحظ أى جزء يطول أكثر من سواه .

(٤) اعمل ملاحظات مثل تلك عن بادرق الخردل والبازلاء .

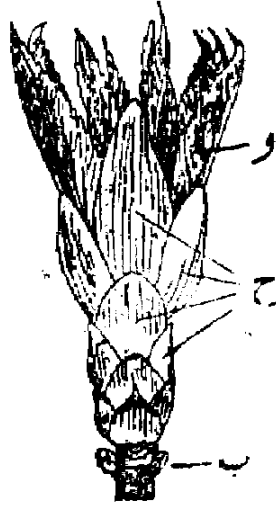
٣ — بينما نرى بعض النباتات الحولية كالحردل وبعض النباتات المعمرة تشبه نبات الفول نجد أن كثيرا من النباتات تخالفها بعض المخالفة فى نمو الريشة وتقدمها فبدلا من أن تنمو الريشة فى الحال وتصير فرخا طويلا محملا بالأوراق المتباعدة بعضها عن بعض يمسافات صغيرة يطول المحور الأصيل الذى بداخل الريشة قليلا وتبقى السلاميات قصيرة جدا والأوراق التى تظهر فوقه تبدو متراكمة على شكل وردة فوق موضع الفلقتين بقليل وشكل هذه الساق مع ما فيها من السلاميات القصيرة المتكشمة يكون واضحا جدا فى أول فصل من نمو البنجر واللفت والخزر .

وفى مثل هذه النباتات يغلظ الجذر الأصيل والسويق الجنينية السفلى كثيرا بما يوزع فيها من الغذاء المختزن الذى تجهزه الأوراق ولا تستطيل نقطة النمو من الساق (تلك النقطة التى تكون مستترة فى مركز تلك الأوراق التى تشبه الوردة لتراكبها) إلا فى خلال السنة الثانية التى تكون فيها فرخا له سلاميات طويلة ، وهذا الفرخ يحمل متسقا من أوراق كثيرة متباعدة بعضها عن بعض بعدا عظيما . وفى البصل وكثير من النباتات البصلية تبقى الساق الأصلية قصيرة جدا ويبقى الغذاء المختزن الذى جهزته مودعا فى قواعد الأوراق بدلا من الجذر والساق كما فى الأحوال السابقة (أنظر شكل ٢٢) .

٤ — البراعم (Buds) — تنشأ سوق النباتات الزهرية وأوراقها من البراعم بالطريقة التى سبق بيانها وعليه فيمكن تعريف البراعم بأنها فراخ جنينية أو ابتدائية بنموها تصبح الأشجار التى تكون عارية فى الشتاء مكسوة بالأوراق

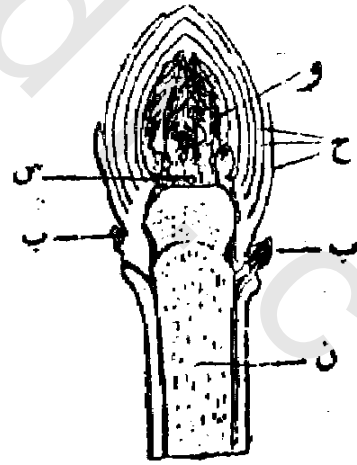
الخضراء فى فصل الربيع . أما العلاقة التى بين هذه البراعم وبين الأوراق والسوق الناتجة منها فيمكن معرفتها بسهولة بفحص تركيب برعم طرفى من شجرة صغيرة (شكل ١٦) وملاحظة نمو هذا البرعم مثل برعم الحور (Popler) .

ويشاهد متسق من الأوراق الحرشفية (Scaly leaves) متراكبة خارج البرعم بعضها فوق بعض وهذه الأوراق تغطى نقطة النمو الضعيفة من العسلوج (Twig) وتحميها . وإذا شريح برعم على طوله تين (شكل ١٢) نظام هذه الأوراق الحرشفية ورؤيت الأوراق العادية بداخله أيضا (و) مرتبة على ساق قصيرة جدا (س) وفى الربيع تنمو الأوراق الداخلية الحرشفية مدة من الزمن رقم ١ (شكل ١٣) ثم تسقط بعد ذلك تاركة وراءها "ندوبا" (Scars) صغيرة حيث كانت متصلة بالعسلوج .



(شكل ١٣)

برعم طرفى من الحور يشبه ما فى شكل (١٢) وهذا البرعم متكشف فى الربيع ؛ ح = راشيف برعمية و ؛ = أوراق خوصية ؛ ب = برعم طرفى .



(شكل ١٢)

قطاع طولى من برعم طرفى فى شجرة الحور فى الخريف ؛ ح = راشيف برعمية ؛ س = ساق أوتلية ذات أوراق خوصية ؛ ب = براعم جانبية ؛ ن = نخاع .

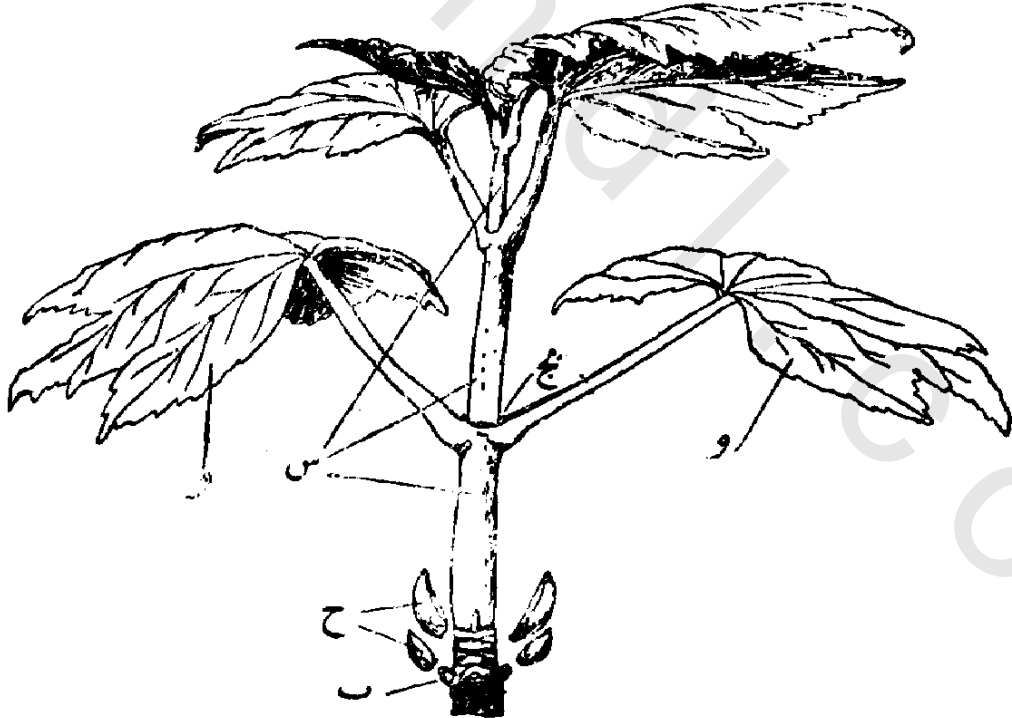
وتستطيل الساق (س) التي تحمل الأوراق الحضرية الابتدائية (و) ثم تندفع من بين الأوراق الحرشفية الواقية في البرعم . وبعد أسبوع أو عشرة أيام تبلغ الساق من الطول مبلغا كبيرا وتصبح الأوراق التي كانت ابتدائية مكدسة ومضوية في البرعم قد تبسطت ونمت مسطحة كما في (شكل ١٤) .

ويتبين في البرعم عادة عدد الأوراق الحضرية التي على الفرخ النامي ولكن في بعض النباتات ولا سيما ما كان عشبيا منها تستمر نقطة النمو في البرعم في تكوين أوراق جديدة حتى يقف نموها في الخريف .

تج ٢٠ : اقطع كرنبه على طولها شرائح .

لاحظ الساق والأوراق والبراعم الأبطية داخلها .

تج ٢١ : اخض بالعدسة قطاعات طويلة من براعم شجرة الحور والجميز والتين والمنجو .



(شكل ١٤)

طور ثاني من تكشف برعم في (شكل ١٣) ح = حراشيف برعمية متساقطة ؛

س = ساق ؛ و = أوراق خوصية في آباطها براعم جانبية بج .

٥ - والفراخ الحضرية تنتهى عادة براعم طرفية (Terminal Buds) على أنه بفحص أى نوع من أنواع النباتات تقريبا يتبين لك أن البراعم لا توجد فى قم السوق وحدها بل على جوانبها أيضا . وتنشأ هذه البراعم الجانبية فى العادة فى الزوايا العليا التى تتكون حيث تتصل قواعد الأوراق بالساق . وتسمى هذه الزوايا "باباط" (Axils) الأوراق ويطلق على البراعم لسم "البراعم الابطية" (Axillary Buds) وأغلب ما يكون فى ابط الورقة برعم واحد ولكن ربما وجد برعمان أو أكثر .

٦ - وفى العادة تكون أول أوراق البرعم التى هى أبعدا عن الساق أو أسفلها منها ، أجساما ابتدائية التركيب أصغر حجما مما يتفتح من أخواتها بعد ذلك ومختلفة عنها فى المظهر ويلاحظ ذلك فى البرعم الأصل من الفول أى فى ريشته (شكل ١١) وفى كثير من أمثاله من النباتات العشبية وتكون أظهر وأوضح فى البراعم التى توجد على النباتات المعمرة كالشجيرات والأشجار ففي الأشجار تكون الأوراق البرعمية الخارجية على الجذلة أكثر أو أقل ثبوتا وأكثر قواما وتسمى "حراشيف" (Scales) أو "أوراقا حرشفية" (Scale leaves) وهذه تبقى باطن البرعم من أذى الصقيع والمطر وغيره من المؤثرات فى الشتاء . والبراعم التى لها حراشيف كبراعم الحور (شكل ١٦) تسمى "براعم حرشفية" . أما ما ليس له حراشيف مثل براعم الهبسكس فتسمى "براعم عارية" (Naked Buds) .

٧ - البراعم التى تشبه براعم الفول والحور التى سبق وصفها أى التى لتكشف عن فراخ تحمل أوراقا خوصية خضراء (Foliage leaves) تسمى "براعم ورقية" وإذا صودفت على الأشجار تسمى أحيانا "براعم خشبية" لأن منها تتكون عساليج خشبية جديدة على أن كثيرا من البراعم

إذا تفتح أنتج أزهارا فقط . وهذه تسمى ”براعم زهرية“ ويوجد نوع ثالث من البراعم يكون فراخا قصيرة تحمل أوراقا خضراء وأزهارا وهذه تسمى ”براعم مختلطة“ ويعرف النوعان الأخيران من البراعم عند البستانية بالبراعم الثمرية لما أن منها يحصل على الثمرة .

غير ممكن فى كل الأحوال أن يميز الإنسان بين البراعم الثمرية والبراعم الخشبية من هيئتها الخارجية مع الحاجة لذلك فى عمليات التقليم والتطعيم بالعين وكذلك فى تدبير أمر أشجار الفواكه . غير أن البراعم الخشبية فى التفاح والكثيرى تكون صغيرة ومدببة . أما البراعم الثمرية فتكون كليله الحد ممتلئة الجسم أكثر من تلك وأكبر منها حجما وهذان النوعان من البراعم فى البرقوق يتشابه منظرهما فى الشتاء تشابها كليا ولا يتميز أحدهما عن الآخر إلا فى الربيع حين يأخذان فى النمو فإن البراعم الثمرية تكبر ويعرض حذها أكثر من تلك على أن موضعها من الفرخ من أكبر ما يعين على التمييز نوعى هذه البراعم .

٨ — تفرع السوق — المحور أو ساق الفرخ الأصيلى من النبات يكون فى أول عهده جسما بسيطا مستقيما وربما استمر فى النمو كذلك ولكن جرت العادة أن تنبعث منه بعد مدة وجيزة فروع أو محاور ثانوية (Secondary Axes) وهذه لتكون فى كل الأحوال من براعم . فى (شكل ١١) المبين به البرعم الأصيلى من نبات الفول نرى فى آباط الأوراق لدى (ب ٦) براعم ثانوية جانبية وهذه براعم زهرية فلا تكون والحالة هذه فراخا ورقية طويلة بل تحدث فى الفول غالبا محاور ثانوية تحمل أوراقا خضراء وهذه لتكون عادة من براعم فى آباط الفلقتين كما فى (ب . شكل ١١) .

فى كثير من النبات تنمو البراعم الموجودة فى آباط ورقة من أوراق الساق الأصلية وتصبح فراخا ورقية وربما بدرت فروع على هذه الفراخ ثانيا بطريقة مماثلة لما سبق فتتعدد بذلك أفراد السوق التى تحمل أوراقا فى النبات الواحد والتفرع فى نباتات المغلات العلفية (Fodder crops) التى تطلب وفرة غلتها، عظيم جدا وقد يلاحظ مثل ذلك فى الأشجار وفى كثير من الحشائش (Weeds) سنسيو والستلاريا . (Senecio & Sellaria)

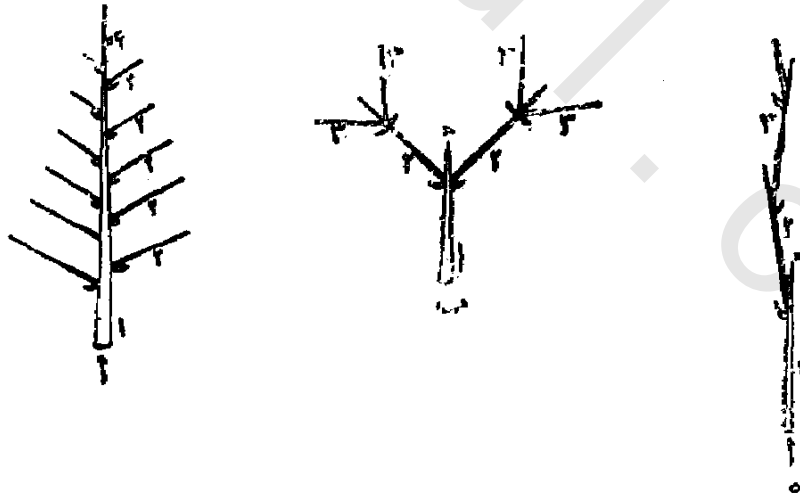
٩ - يطلق على الساق الأصلية من النبات اسم المحور الأصيل أو محور الدرجة الأولى ويطلق على الفروع النامية عليه اسم المحاور الثانوية أو محاور الدرجة الثانية وتسمى الأفرع النامية على الأخيرة "بالمحاور الثالثة" وهلم جرا وتوخيا لسهولة الوصف يمكن أن يعتبر أى محور أصليا فتكون فروعه والحالة هذه محاور ثانوية .

١٠ - إذا استمرت ساق فى النمو من قمتها مدة طويلة سميت غير محدودة (Indefinite) النمو وتكون الفروع التى عليها كثيرة العدد عادة وأصغر من الساق الأصلية وهذا النوع من التفرع يسمى "عنقودى" (Racemose) . أنظر (١٠ . شكل ١٥) .

وفى كثير من النباتات يكون البرعم الطرفى زهرة أو مجموع أزهار ثم يقف المحور الأصيل عن الاستطالة فما كان من السوق كذلك فهو محدود (Definite) النمو فاذا نشأت عليه فروع جانبية فهى فى العادة قليلة العدد وسرعان ما تبلغ شأو الساق الأصيل أو تفوقها فى ضلاعتها ويسمى تفرع السوق محدودة النمو "محدودا" أو "سيميا" (Cymose) ويشابه الرسم ب من (الشكل ١٥) أحيانا على أن التفرع المحدود ينتهى أحيانا الى تكوين ما يظهر لأول نظرة أنه محور

أصلى بسيط غير محدود النمو وهو فى الحقيقة مركب من سلسلة محاور قصيرة من درجات مختلفة . يرى فى حـ من (شكل ١٥) محور أصلى ١ ينتهى فى \times بعد أن تكون نقطته النامية قد تكشفت عن زهرة أو تكون أهلكها الصقيع أو الريح أو غشيتها الحشرات أو غير ذلك من الأسباب التى تعوق استطالته ويرى تحت قمته برعم جانبي قد كَوّن فرعاً أو محوراً ثانوياً ٢ سرعان ما وقف نموه وتكوّن فرع من الدرجة الثالثة ٣ ثم آخر ٤ قد نشأ بطريقة مشابهة لما سبق . والفرخ كله وإن كان معوجاً فى الأول قد يستقيم نهائياً ويبدو شبيهاً بمحور مفرد بسيط من الدرجة الأولى غير المحدودة النمو وإذا حدث ذلك فمثل هذه الساق تسمى "كاذبة المحور الأصلى" (Symposium) والأوراق أو آثارها تعين منها التفرع .

وفروع كثير من الأشجار التى تبدو مستقيمة وتلوح غير محدودة النمو والأوراق أو آثارها تعين نوع التفرع تكون فى حقيقة أمرها غالباً كاذبة المحور إذ يكون البرعم الطرفى الذى يوجد على كل فرع سنوى قد تلف أو انتهى بزهرة



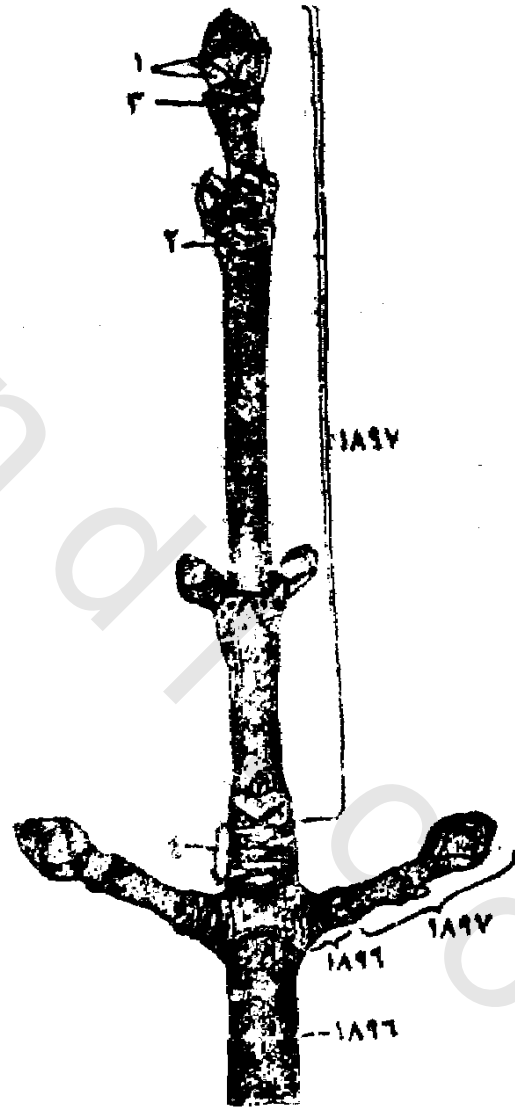
(شكل ١٥)

رسم بيانى يبين : ١ = النمو غير المحدود فى الساق والتفرع الراسمى أى العنقودى ؛
ب ، ح = النمو المحدود أو التفرع السيمى . (١ ، ٢ ، ٣) محاور النظام الاول والثانى
والثالث على التوالى .

أو يكون محورا كاذبا بسبب ما يتلو ذلك من شدة نمو أعلى برعم جانبي . من أمثال السوق كاذبة المحور ما يوجد من المهاميز (Spurs) على أشجار الكثرى والتفاح وكثير من الفواخ الأرضية في الفصيلة النجيلية وسوق العنب .

نح ٢٢ : الخوص نوع الفرع في فواخ نباتات شائعة شتى كالسنكيو والستلاريا والقريص والخردل والجلبان والبول والبالا .
لاحظ أصل الفروع فوق ملتصق الأوراق .

١١ - عسالىج الأشجار
في الشتاء - انه درس فواخ الأشجار في الشتاء وتقدمها في النمو بعد ذلك في الربيع والصيف مفيدة علمية .
ترى على فرع السيكامور المرسوم في (شكل ١٦) براعم طرفية كبيرة وبضعة براعم جانبية وتحت هذه ندوب (Scars) ورقية ظاهرة بينة كما في (رقم ٢) من الشكل ، تدل على المكان الذي كانت الأوراق متصلة فيه بالفرع في الصيف السابق .
في سنة ١٨٩٦ لم يكن الجزء المؤشر عليه بأرقام سنة ١٨٩٧ موجودا ولكن كان العسلوج منتهيا ببرعم يشابه ذلك الذي يرى في (شكل ١٢) وكان



(شكل ١٦)
قطعة من ساق السيكامور في الربيع ،
راجع المتن .

به أيضا برعمان جانبيان صغيران يشبهان ب من (شكل ١٣) . وفى ربيع سنة ١٨٩٧ تفتحت البراعم وسقطت الحراشيف البرعمية وتركت ندوبا فى (رقم ٤) . فمما البرعم الطرفى كما فى (شكل ١٣ ١٤ ٦) وأحدث فى الساق طولاً عظيماً معلماً عليه فى الشكل بأرقام سنة ١٨٩٧ وعلى هذه الساق عديد من البراعم الجانية نمواً كل منها فى أبط الورقة كما فى هـ من (شكل ١٤) ومن البراعم الصغيرة الجانية تحت البرعم الطرفى مباشرة نشأت فراخ قصيرة بطريقة مشابهة لتلك .

١٢ — ان مقدار نمو العسالىج فى مدة سنة واحدة أو أثناء فصل نمو واحد يمثل بمقدار الطول الذى يكون بين منطقتى الندوب البرعمية .

وبما أن الندوب فى الغالب تكون ظاهرة للعين على القشرة بضع سنين فهى معوان على تقدير سن أى قطعة طويلة من الشجرة أو الساق أو العسالج . ويغلب أن توجد براعم صغيرة فى آباط الحراشيف البرعمية وبما أن السلاسلات الموجودة بين الحراشيف البرعمية المذكورة تظل قصيرة فهذه البراعم تظهر مكتظة فوق العسالىج وترى أحيانا بعد إذ تكون الندوب قد طمست معالمها (شكل ٥٣ . بين ا ٦ ب) .

يختلف طول الساق التى يكونها برعم بعد سنة من نموها اختلافاً كبيراً فبعض البراعم الورقية يكون فراخاً لا تزيد فى طولها عن كسر من السنتيمتر وبعضها يبلغ من الطول عدة سنتيمترات ذلك بأن كثيراً من أمرها يتوقف على نوع النبات وعمره ومعالجته وعلى موضع البراعم من الشجرة وكذا على الظروف الخارجية كالمناخ والتربة وفى الأشجار التى لا يعاق نموها يستمر طول الفراخ التى تتكون كل عام من البراعم الطرفية فى الزيادة من الطفولة الأولى

فما فوقها حتى تبلغ سنا معلومة يأخذ الطول السنوى بعدها فى التناقص .
وتختلف السن التى يبلغ فيها النمو نهايته العظمى باختلاف الأشجار فبعضها
لا تكون أطول فراخها إلا إذا بلغت ما بين خمس عشرة سنة وعشرين .
وبعضها إذا انقضت ثلاثون أو أربعون سنة وفى الشيوخوخة تكون كثرة
البراعم (وهى تتطلب كثرة الماء والمواد الغذائية تبعاً لذلك) وكذا ازدياد
بعدها عن مصدر الماء فى الأرض مانعة ذلك النمو العظيم الذى يشاهد
فى الطفولة فالفراخ التى توجد على الأشجار الكبيرة السن تكون قصيرة تبعاً
لذلك .

إن الفرق فى المظهر العام بين الأشجار الصغرى والكبرى مدهش فانه
مادامت الفراخ الطويلة فى تكون فان تاجها أو رأسها يظل مفتوحاً ومكوناً
على الأكثر من أغصان طويلة مستقيمة ولكن لما يبتدىء تكون الفراخ
القصيرة يبدو التاج أكثر تكاثفاً . وفى غالب الأشجار يكون البرعم الطرفى
فى العادة أقوى فرخ . أما البراعم الجانبية فتتكشف عن غصون يتقاصر طولها
شيئاً فشيئاً بانتظام من القمة الى القاعدة حيث تكون البراعم فى العادة فراخاً
قصيرة جداً أو لا تكون منها شيئاً مطلقاً على أن فروع فرخ الصفصاف تكاد تكون
متساوية الحجم من القمة الى القاعدة . وفى قليل من الأحوال تكون الفروع لدى
القمة أو القاعدة قصيرة ، وفى وسط الفرخ طويلة ، وفى التربة الجيدة والمناخ
المناسب تكون فروع الأشجار أطول مما إذا كانت التربة رديئة تعوزها الرطوبة
أو حيث يكون المناخ قارس البرد هذا والأسمدة النتروجينية (Nitrogenous)
أى الأزوتية ، وفقدان الضوء بسبب التراحم تؤدي الى تكون فراخ
طويلة ، أما حمل الثمار فانه يمنع ضلالة الشجر ويؤدي الى تكوين فراخ
قصيرة .

١٣ — البراعم الساكنة (Dormant Buds) — لدى فحص الأشجار في الربيع أى حين تبتدى البراعم فى النمو يلاحظ أن بعضها يظل غير متنشط ويستمر على هذه الحالة طول الصيف وليس الأمر مقصورا على أنها قد تأبى النمو فيما يسمى فصلها الحقيقى بل أنها تظل فى الأكثر غير مستعدة النمو مددا طويلة . مثل هذه البراعم تسمى "براعم ساكنة" وهذه تصادف على كل نوع من أنواع النبات تقريبا ولا سيما بالقرب من قواعد السوق .

والبراعم الساكنة وإن كان كثير منها يموت بسرعة فإن بعضها يظل قادرا على النمو بضع سنين بعد تكونها وقد تكون ما يسمى "فراخا مؤجلة" (Deferred) وإذا كانت على أشجار الفواكه سميت "فراخا مسترقة" وإذا نشأت من تحت سطح الأرض سميت "هراء" (Sucker) وكثيرا ما تنشأ على الأصول المطعمة أو المبرعمة . وهلاك البراعم الطرفية والجانبية الموجودة بالقرب من قمة الساق يؤدى الى تيقظ النمو فى الفراخ المؤجلة من البراعم الساكنة الموجودة عند قاعدة الساق ويظهر هذا تمام الظهور فى فراخ الأعتاب والورود اذا هى قلمت تقلبا مفرطا . وزد على ذلك أن قصم البراعم الطرفية من النباتات العشبية وغيرها يعتمد اليه أحيانا بقصد ضمانه نمو كل البراعم الجانبية على الساق وتكوين نبت كثيف بدلا من واحد له ساق أصلية مفردة وقليل من الفروع . ورعى نباتات الفصيلة النجيلية أو حشها يفضى الى تمام نمو كل البراعم وازدياد السوق الورقية تبعاً لذلك وليس قطع البراعم الطرفية أو قصمها يفضى وحده الى استكمال نمو البراعم القاعدية التى قد تصير كامنة ولكن كل ما عاق حركة الماء أو سبل العصارة الى البراعم الطرفية والبراعم المستقرة فى أعالي الشجرة يؤدى الى مثل هذه النتيجة . فى أول عهد الكروم المتساندة بالتكون حيث يقتضى أن تكون كل البراعم الناشئة على الساق الأصلية فراخا أو مهاميز قصيرة يعتمد

الى الفخر فيعنى مدة من الزمان بقصد أن يؤدى هذا الاحتماء الى تفتح البراعم الناشئة عند قاعدة الساق والتي لولا ذلك لبقيت ساكنة وتركزت من الخشب غير المتحرر مسافة طويلة .

١٤ - البراعم العرضية (Adventitious Buds) - البراعم الساكنة السابق ذكرها هي براعم نشأت بنظام مطرد في آباط الورق ولكنها بقيت عديمة النشاط مدة من الزمان ، وليس في أمرها من الشذوذ إلا مدة نموها على أن البراعم قد تنشأ لدى أى نقطة من النبات ولا يتحتم أن تكون في آباط الورق بل على أى نقطة من الساق أو على الجذور والأوراق فاذا نشأت كذلك سميت "براعم عرضية" وتشاهد أمثال ذلك على جذور نبات البطاطا والحوور والورود وكثير من النباتات الأخرى ولا سيما اذا نزع منها الأجزاء العليا التي تحمل البراعم . وهي كثيرا ما تنشأ وتكون فراخا على السوق التي أصيبت بضرر . وفي بعض الأحوال تخرج هذه البراعم من الكنب (Callus) الذي يغطي الجروح الناشئة من قطع الفروع وتتكون البراعم العرضية أحيانا من الأوراق التي أزيلت عن أمها وتثبت على رمل رطب أو طين . والبستانيون ينتفعون بهذه الخاصية في تكثير نبات البريفلوم (Bryophyllum) .

نح ٢٣ : الخوص صاليج بعض الأشجار والشجيرات في الشتاء كالجوز ، والتوت ، والمشمش ، وخذ مذكرات عن نظام البراعم وعن التدرب التي تركت بعد أن سقطت عنها الأوراق الخوصية والحراشيف البرعمية القديمة وعما ترى على القلف (Bark) والبراعم من الشعر وما بها من النعومة وكذلك أى خاصية من خواص هذين .

نح ٢٤ : قس أطوال السلاميات بين البراعم المتوالية على فراخ العام السابق من بعض الأشجار والشجيرات العادية واذكر في أجزاء الصغار من هذه الأشجار أم الكبار ترى البراعم أشد اكتظاظا على الساق ؟

نجم ٢٥ : الفحص بعض صفات الأشجار في الشتاء (١) وحاول أن تعرف مقدار النمو السنوي في الطول لمختلف أجزاء كل منها (٢) استجمع ملحوظات عن طول الفروع التي كتوتها البراعم بالقرب من القمة ، والوسط ، والقاعدة في نمو كل سنة . وتبين ما اذا كانت البراعم الساكنة موجودة أو مفقودة (٣) تبين ما اذا كان التفريع محدودا أو غير محدود . وابحث بين الأشجار عن ذلك النوع من التفريع المسمى ” كاذب المحور “ . (٤) لاحظ فرق الطول في النمو السنوي لفروع من أشجار كبيرة السن وصغيرتها من نوع واحد .

نجم ٢٦ : الفحص البراعم المتفتحة على أشهر أشجار الفواكه المعبلة في الربيع الذي يسهل فيه التمييز بين مختلف البراعم . لاحظ موضع البراعم الورقية والبراعم المختلطة والبراعم الزهرية على التوالي .

١٥ — السوق وأنواعها .

تسمى السوق التي تكون رخصة وتعيش في العادة الى أجل قصير ” عشبية “ (Herbaceous) ، ومن هذا النوع ساق كل نبات حولي تقريبا وساق كثير من النباتات المعمرة كنبات الويدانيا سمنفرم (Wittania Somiferum) . وأغلب السوق التي تعيش أبد عدة فصول تشتمل في باطنها على مقادير عظيمة من الخشب فهي لذلك أصلب وأثبت وهذه السوق تسمى ” خشبية “ على أنه يجب الإشارة الى أن السوق العشبية تشتمل أيضا على خشب ولكنه يكون في شكل خيوط ، هي قليلة في مقدارها اذ قورنت بالأجزاء الرخصة الباقية . زد على ذلك أن كل السوق تكون رخصة وعشبية في طفولتها الأولى ولذلك فلا يوجد فارق حقيق بين السوق العشبية والسوق الخشبية بما أن الأمر يرجع الى درجة نمو الخشب في باطنها . فقد تكون زهرة المنشور (Wall-flower) أو الوردة مثلا رخصة وعشبية في أجزائها العليا بينما تكون صلبة وخشبية في أسفلها .

للأشجار والشجيرات سوق مستوفاة النمو . وتمتاز الأولى عن الثانية بأن تكون لها ساق صلبة مفردة أو جذع عال من الفروع الى مسافة بعيدة عن

الأرض . أما الشجيرات فليس لها ساق أصلية واضحة وأشهر فروعها متماثلة في سمكها وتخرج من نقطة على الأرض أو بالقرب منها .

ولكثير من الأشجار سوق من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقيم عودها فهي لذلك تنمو على سطح الأرض ومن النبات ما تكون سوقه ضعيفة فهي منبسطة (Prostrate) دائماً ومنها النباتات المتسلقة (Climbing Plants) وهذه تكون سوقها من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقف معتدلة ولكنها قادرة على اتخاذ ما دنا منها من الأشياء كدعامات لها . ولهذه النباتات المتسلقة طرق شتى في الاعتماد ، ففي الجلكس جدرا تنمو جذور عرضية على جانب واحد من الساق ومهمة هذه تثبت النبات على قلف الأشجار وعلى الجدران والصخور ومنها نبات التروبيوم الشائع في الحدائق والكليانس البرى . كلاهما يعتمد على أوراقه وذلك أن أعناق هذه الأوراق تلتف حول فروع النبات الذى يجاورها .

ويستعين نبات البازلاء والخلبان على النساق بواسطة أوراقه وذلك أن بعض وريقاته تتنوع فتصبح خيوطاً رفيعة تسمى "حوالق" (Tendrils) وهي حساسة باللمس وتلف نفسها حول أى شئ تلمسه . أما ما كان من قبيل الورد فتحمله إبره الصلبة وفي النباتات اللفافة (Twining Plants) تقيم الساق نفسها بالتفافها حول الأشياء المجاورة لها وساق بعض هذه النباتات تلتف يمينا دائماً في حالة النمو حول دعامة كتلك . مثال ذلك : نبات اللونسرا (Lonicera) الذى يوجد في الحدائق وبعضها يلتف يساراً مثل اللبلاب .

١٦ — يصادف في الفراخ تحورات (Modifications) خاصة وكثير منها يسمى باسم خاص وأكثر هذه شيوعاً المذكور بعد :

(١) فوق الأرض :

(١) فى الكثرى البرى تنتهى بعض الفروع بسنان صلبة حادة تسمى "السلاء" أو "الشولة" (Spurs) . أما كونها فراخا متحورة أى معدولة فظاهر من أنها تبدر من آباط الأوراق فضلا عن أنها تحمل فى بعض الأحوال أوراقا وبراعم جانبية .

(ب) الساق الجارية (Runner or Stolon) : هى فراخ تمتد أفقية على سطح الأرض ويلاحظ فيها استطالة سلامياتها ونشوء جذور عرضية من عقدها وتدليها للنمو فى التربة (شكل ١٧) عند ذلك تصبح البراعم الموجودة على هذا النوع من الساق مثبتة فى الأرض وإذا نمت ونشأت فراخا منتصبه كُونت نباتات متفرقة بمجرد موت السلاميات (كما فى س من الشكل) أو قطعها ومن أحسن الأمثلة على ذلك نبات الشليك .



(شكل ١٧)

مذاد نبات الكريبنج كروفوت (Creeping Crowfoot.) = جذور
عرضية ؛ س = سلاميات .

نح ٢٧ : الخوص سلاء الكرنجيا والكثيرى اليرى ولاحظ منشأها فى آباط الأوراق وأن بعضها يحمل براعم وأوراقا .

نح ٢٨ : الخوص منشأ المدادة على نبات الشليك ولاحظ موضع الأوراق والبراعم عليها .

(٢) تحت الأرض :

السوق النامية تحت الأرض تشبه الجذور أحيانا ولكن يمكن التمييز بينها وبين الجذور بأنها تحمل أوراقا وبراعم وبنشوتها من آباط الأوراق .

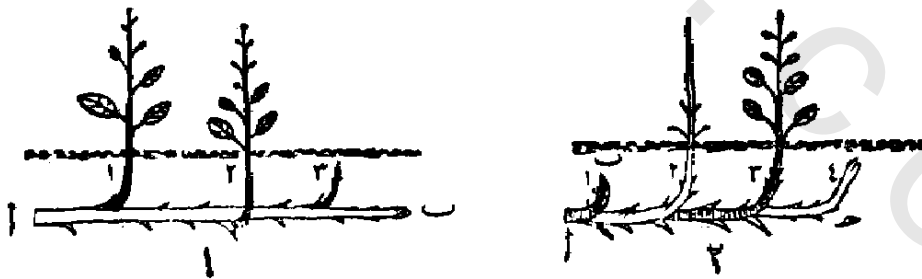
(١) الريزومة (Rhizome) : فرخ نابت تحت الأرض ينمو أفقيا تقريبا وتبدر من عقده جذور عرضية وتكون سلامياته إما طويلة أو قصيرة ، سميكة أو رقيقة ولذلك فأن هيئة الريزومة فى النباتات متنوعة . فريزومة نبات النجيل فرخ طويل متشعب ورفيع . أما ريزومة الأيريس وغيره من النباتات فهى سميكة وشحمة وإذا وجدت أوراق على الريزومة فأنما تكون فى العادة محورة أى معدولة فهى حراشيف غشائية وتكون الريزومات إما غير محدودة النمو أو محدودة ، فان كانت غير محدودة فان المحور الأصيل الحقيقى يستمر فى النمو من قمته ويظل تحت الأرض دائما فأما الأجزاء التى تخرج من الأرض فهى فروع ثانوية أو جانبية وهذه تنشأ فى آباط أوراقها الحرشفية رقم ١ . (شكل ١٨) . على أن غالب الريزومات محدودة النمو فالمحور الأصيل فيها بعد أن ينمو مسافة ما طويلة أو قصيرة تحت الأرض يخرج منها وتستمر الريزومة فى الأرض بفضـل فروعها الثانوية رقم ٢ . (شكل ١٨) .

وفي الريزومات المعمرة ذات النمو المحدود مثل الحفءاء (Sedges) والنجليات وغير ذلك من النباتات يكون الجزء الدائم الذي يبقى تحت الأرض محورا أصليا كاذبا فيسمى "كاذب المحور".

(ب) يطلق لفظ "هراء" (Sucker) على أى فرخ عرضي ينشأ تحت الأرض على سوق الشجيرات والشجرا أو جذورها ولهذا الهراء جذور عرضية وإذا انفصل الهراء عن أمه أصبح نباتا جديدا مستقلا بذاته . ويغلب في الهراء سرعة النمو واستلاب الماء والغذاء من أمه ولذلك فالواجب أن يهلك إلا اذا كان المراد تكاثره مثل الموز والنخيل .

نح ٢٩ : الخس لأجزاء الأرضية من نبات البصل والنعنع والبطاطس والخبثون ولاحظ الأوراق الحشفية والبراعم الموجودة في آباط بعضها .
ولاحظ العلاقة الموجودة بين الفراخ التي تخرج من الأرض وبين تلك الأجزاء الباقية بها .

(ج) الدرنة (Tuber) — الدرنة فرخ له ساق قصيرة شحمة غليظة ولها أوراق حشفية دقيقة يوجد في آباطها براعم أو عيون وأغلب الدرناات



(شكل ١٨)

(١) رسم بياني يمثل نموريزومة غير محدودة : ا الى ب = محور ابتدائي غير محدود يبق تحت الأرض دائما . (١، ٢، ٣) فروع جانبية من ا ب تخرج فوق الأرض ؛ (٢) رسم بياني يمثل نموريزومة محدودة : ا الى ب = محور ابتدائي محدود أزهر ثم ذبل وتحلل . ٢ فروع من المحور الابتدائي خارج فوق الأرض ؛ ٣ ، فرع من ٢ ؛ ٤ فرع من ٣ . والساق جميعها من ا الى ح تحت الأرض هي سيمبوديوم أى كاذبة المحور الأصلي .

الشائعة ينمو تحت الأرض . مثال ذلك : البطاطس والطرطوفة ولكنها قد توجد على أجزاء النبات الظاهرة فوق الأرض أما الأوراق الحرشفية فلا ترى على درنة البطاطس المستكملة النمو . وذلك نظرا لأنها تسقط وتتكش قبل أن يتم النضج .

كون درنات البطاطس قطعاً مسمكة من السوق ، أمر يمكن مشاهدته بدراسة أصلها ، فإن الريزومات التى ليست درنات البطاطس إلا أطرافاً لها ، تنشأ طبيعة فى آباط الأوراق تحت سطح الأرض وهى وإن كانت توجد تحت الأرض لا علاقة لها بالمجموع الجذرى من النبات .

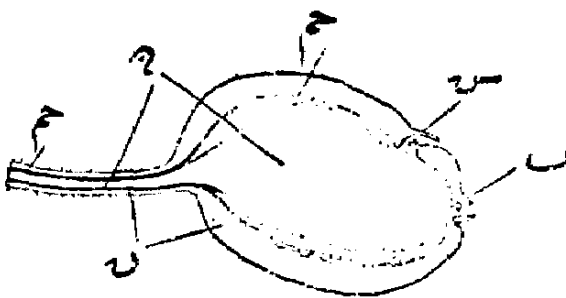
والعادة فى الدرنه المستوفاه النمو أن تكون عند قاعدتها قطعة من ريزومه ذابله وعلى سطحها كثير من العيون (Eyes) مرتبة على شكل حلزوى . والعيون عند القمة المورفولوجية من الدرنه أشد اكتظاظاً منها عند القاعدة إذ تكون السلاميات الكبيرة السن أطول من الصغيرة . وتلوح كل عين كمجموع من البراعم راقد فى بقعة مقعرة من الدرنه وهذه البقعة المقعرة هى أبسط ورقة حرشفية كانت ظاهرة أيام كانت الدرنه صغيرة السن ثم ذبلت وخفيت بعد ذلك . وقد يكون عدد البراعم فى كل عين عشرين ولكن العادة أن تكون ثلاثة . والعين فى الحقيقه فرع جانبي ذو سلاميات غير متكشفه ، إذ الدرنه جميعها فى الجملة مجموع فرعى شديد التفرع وليست فرخاً بسيطاً .

وليست الدرنات من شكل واحد دائماً بل انما تتعدد أشكالها ولكن لها ثلاثة أشكال شائعة هى: (١) المستديرة (٢) البيضية (٣) الكلوية . فالمستديرة هى كرية نوعاً ما ، سلافياتها وعيونها أقل منها عدداً فى البيضية والكلوية اللتين هما مستطيلتان زرعاً ما ، وتمتاز الدرنه الكلوية بأنها أسمك عند القمة

وتستدق صوب القاعدة . أما الدرنه البيضية فهى سميكة فى الوسط وتستدق صوب طرفيها . وهذه الاختلافات ظاهرة ثابتة بحيث تكفى لأن تكون أساسا للتفريق بين أصناف البطاطس فى الزراعة .

وقد تكون الدرنات فى بعض الأحوال ذات شكل مفرط فى عدم انتظامه . فانه اذا اعترض جفاف الطقس نمو الزروع ثم عقبه مطر فان الدرنات التى تكون قد نضجت نضوجا جزئيا تنمو من الأطراف أو من حوالى العيون الجانبية بدلا من أن تزداد فى الشخانة بانتظام يوم يعود النمو الفشط إليها وقد تؤدى الزيادات التى أحدثها النمو المذكور الى تكوين أجسام غير منتظمة أو درنات صغيرة على الدرنات الكبيرة . ويعرف هذا بالتدرن الثانوى وهو أشيع ما يكون فى الأصناف الكلوية والبيضية .

وتشريح الدرنه فى طفولتها يشبه تشريح الريزومة التى هى منها وتشتمل أسوة بالسوق المشابهة لها على بشرة وقشرة واسطوانة وعائية بما تشتمل من حلقة الكامبيوم والنخاع المركزى ، ونظام الأنسجة فى الدرنه الصغيرة يلوح كما هو فى (شكل ١٩) .



(شكل ١٩)

قطاع طولى من درنة بطاطس صغيرة . ق = قشرة ؛
ح = حزم وعائية ؛ د = نخاع ؛ ش = وردة
قشرية فى باطنها بعمق ؛ ب = برعم طرفى .

هذا وفى الدرنه المستوفاة النمو يحل البريدرم محل الابدردم أى البشرة . والطبقة الخارجة من هذا البريدرم تشتمل على خلايا قلبية ، وهذه تكون بمثابة وقاية للدرنه من فوط فقد الماء من باطنها . وتحت هذا الجلد البريدرم — توجد القشرة ،

وفى خلايا القشرة الخارجية تكون العصارة الخلوية ملونة فى العادة لونا يميز مختلف أصناف البطاطس بعضها عن بعض .

والعادة فى الكامبيوم أن يكون كثيرا من الزيلوم (الخشب) فى نموه وهذا الخشب هو الذى يكون أكثر جسم الدرنة ، على أن الخشب ليس متكونا من نسيج خيطى بل يكاد يكون كله خلايا برنشيمية رقيقة الجدران ليس فيها من العناصر الخيطية المشار إليها إلا مجاميع قليلة منفردة وعليه فلا يمكن تمييزها من النخاع والقشرة .

وأهم المواد الغذائية المخزنة هو النشا وأكثر ما يكون هذا النشا فى أبعد الأجزاء الداخلية من القشرة ، وفى النسيج الخشبي المتحلل وفى جزء من النخاع . وإذا اقتطعت شريحة من درنة البطاطس كان بالفلويم (الخشب الكاذب) والكامبيوم ووسط النخاع شئ من الشفوف وقد تحتوى قليلا من النشا أو تكون خالية منه .

انبات الدرنة — لا يمكن حمل الدرنات الناضجة على الانبات حتى يمر وقت ما . ومن الأصناف ما يحتاج الى الراحة شهرين ومنها ما اذا نضج فى الحريف لا تبدو عليه علائم الانبات قبل يناير أو فبراير أو ما بعده .

والدرجة الصغرى من الحرارة اللازمة للانبات هى ٨° درجات مئوية أو ١٠° . ولذا فان الدرنات التى تزرع قبل أوان تلك الدرجة لا تنمو إلا قليلا وقد تمتنع عن النمو بتاتا .

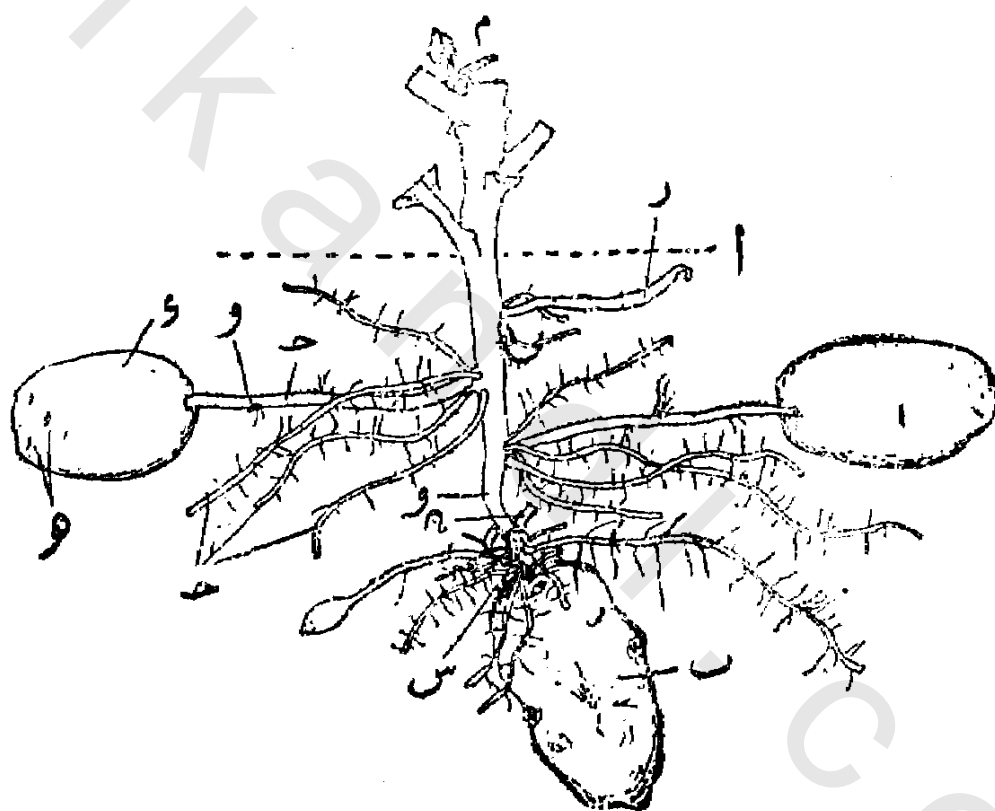
أما سبب مدة الراحة والتغيرات الكيميائية التى تحدث أثناء تلك المدة فغير واضح بيد أن التنفس الذى يحدث بانفاق من النشا ممكن ادراكه فهو فى المبدأ بطيء ولكنه يزداد بسرعة كبيرة عند اقتراب مدة الراحة من الانتهاء .

وإذا ابتدأ الانبات تكون الانزيم (Enzyme) دايستاز فتحول به النشا الى سكر وانتقل هذا الى البراعم النامية حيث يستخدم في تكوين خلايا جديدة . وأول نمو في الفراخ يحدث بانفاق من مقادير الأغذية المخترنة في الدرنه .

هذا ويندر أن يتكشف برعمان على نفس الدرنه بمقدار واحد من القوة إذ أن أكثر البراعم ضلابة وقوة ما يكون على طرفها أى البرعم الوسطى من العيون الموجودة بالقرب من قمة الدرنه . أما البراعم الموجودة عند قاعدة الدرنه فهى أضعفها ويغلب أن تبقى كامنة بتاتا . وإذا قطعت الدرنات من أجل زرعها بحيث تشمل كل قطعة منها عينا واحدة كانت القطع المأخوذة من القمة أشدها نباتا وأكثرها غلة . وإذا قطع الفرخ الأصيل الناتج من البرعم المركزى من عين من العيون أو تلف ، نمت البراعم الجانبية من العين ولكن لا تكون فراخها كمثل الفرخ المقطوع شدة أو قوة .

والفراخ الناتجة من البراعم النامية فى البطاطس ، اذا عرّضت للضوء أثناء الانبات ، تكون ذات سلاميات قصيرة وأوراق حشفية ترى فى آباطها فى العادة ثلاثة براعم جانبية . وبعد زرع الدرنه ينمو طرف المحور الأصيل من كل فرخ خارجا الى أعلى فى الهواء الطلق حيث تأخذ الأوراق التى تتفتح فى القيام بعملية " تثبيت الكربون " وينزل الغذاء الذى تصنعه الأوراق فى الساق وتولد ريزومة رقيقة من البرعم الوسطى فى كل أبط ورقى تحت الأرض ، وهذه ، بعد بلوغها مقدارا مترواحا من الطول ، تكون فى العادة درنة جديدة عند طرفها (شكل ٢٠) . وإذا نفذ كل ما فى الدرنه القديمة الميتة من غذائها المخترن لم تخل من الماء ، لتسربه اليها من التربة المحيطة بها ، فكانت بمثابة خزان ماء للنبات النامى أيام التحاريق .

ولا بد من ملاحظة أن الريزومات لا تنتج درنات إلا إذا هي حفظت في ظلام ومن ذلك تتضح فائدة تغطيتها بالثرى ، وضرورة معاودة هذه التغطية من آن لآن حتى تحتجب الريزومات الجديدة — التي تشبه حرف (P) الأفرنجي في الشكل المذكور — عن النور بتاتا إذ أن الريزومات التي تتعرض للنور لا تصبح إلا فراخا عادية ذات أوراق خضراء ولا بد قبل

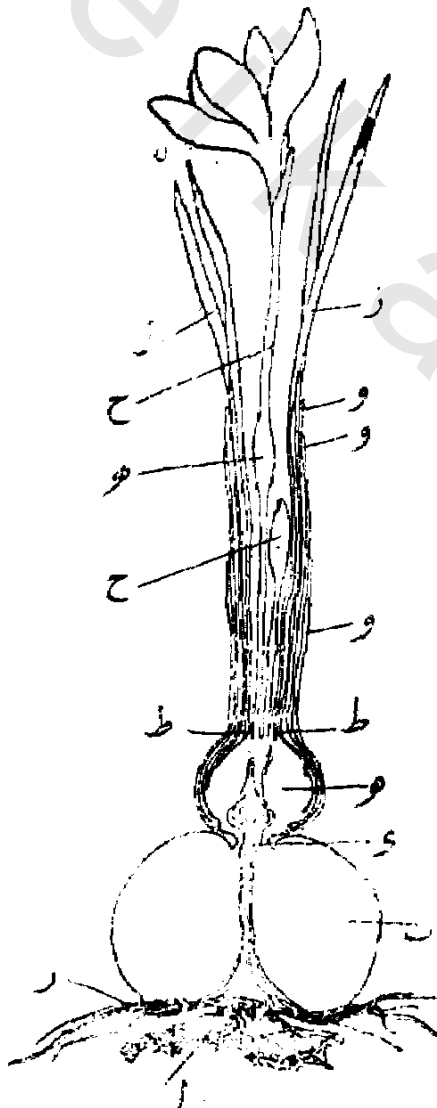


(شکل ۲۰)

نبات بطاطس مستحدث من درنة قديمة وظاهر فيه نظام وطبيعة الأجزاء الموجودة منها في الأرض . ١ = سطح الأرض ؛ ب = درنة قديمة ظاهر منها ساق قصيرة صلبة س ناتجة أثناء الانبات في الضوء قبل زرعها في الأرض ؛ و ، ب = فرتان من س . وطرف ب مقطوع (و) ساق خرجت من الأرض وقطعت في م . ح ريزومة تكشف طرفها عن درنة د وعلى هذه ترى براعم عند ه . (و) في الريزومة برعم جانبي على ح . (ر) ريزومة تشبه ه ولكنها لم تكون درنة بل د . جد = جذور عرضية .

غرس الدرنات من استنباتها في النور اذا أمكن لكي يحصل من كل عين متنبهة منها على قطعة ثخينة قصيرة من الساق عليها عقد كثيرة إذ أن الريزومات التي تحمل درنات لا تخرج إلا عند آباط الأوراق . وهذه العملية تساعد على تكثير غلة البطاطس بمقدار عظيم وإلا فإنه اذا تركت الدرنات للبدء بنموها

في الظلام سواء في المخازن أو تحت الأرض فان الفراخ التي تبدر من العيون تكون ذات سلاميات أطول من المطلوب وعليه فيقل عدد النقط التي تخرج منها الريزومات الحاملة الدرنات تحت الأرض وفضلا عن ذلك فان الفراخ المورقة التي تخرج فوق الأرض تكون إذ ذاك ضعيفة اذا اتبعت الطريقة الأخيرة .



(س) الكورمة (Corm) - ساق قصيرة سميقة يغطيها قليل من الأوراق الحرشفية وتحمل برعمًا أو اثنين لدى قمتها ومن أمثلتها دايوث الجنائن أو ذنب الفرس والقلقاس وأيريس الصحراء .

(شكل ٢١) قطاع نبات الكروكوس .

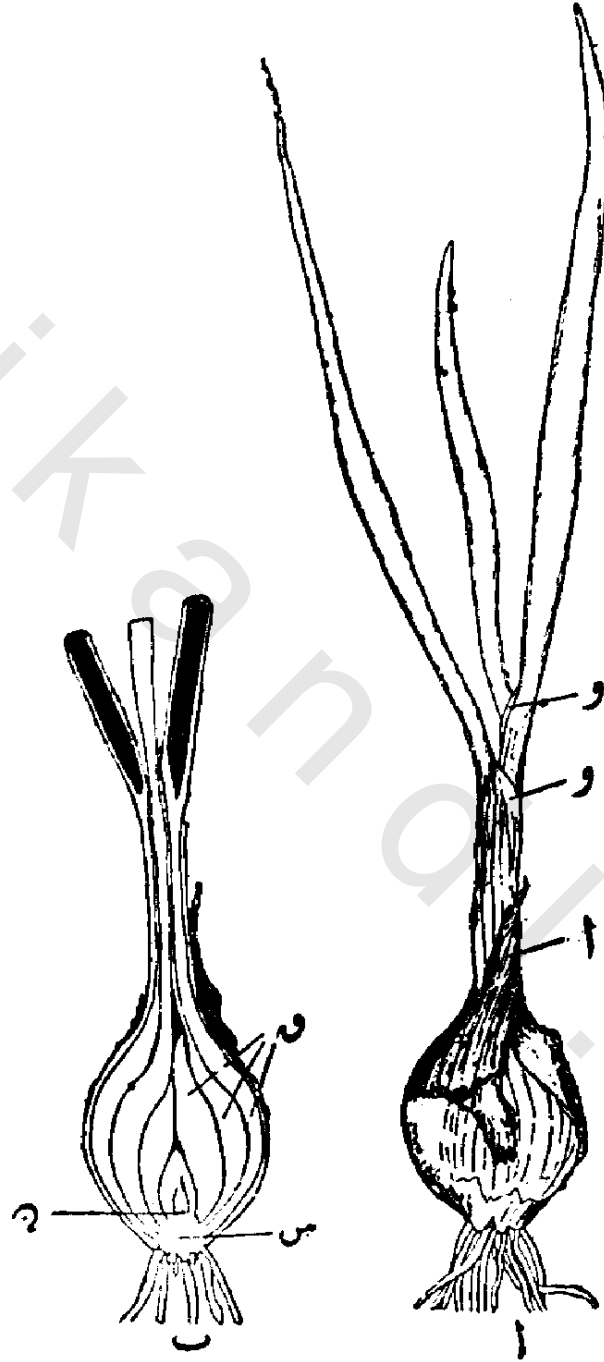
نقطة (ب) تبين ساق الكرمة الصلبة الشحمة ومعها بقايا كرمة قديمة (أ) ملتصقة بها وعدة جذور عرضية (م) ومن قمتها عند (س) نما البرعم الطرفي فكون ساقا قصيرة

(شكل ٢١)
قطاع من نبات الكروكوس
(Crocus) وهو مزهر . راجع
المتن .

(هـ) تحمل على جوانبها أوراقا غشائية رقيقة (و) وأوراقا خضراء عادية (ز) وتلك تخرج من الأرض . وتبدر من آباط الأوراق زهرة أو أكثر (ح) وتستعمل المواد المختزنة فى الكرمة (ب) لتكوين هذه الأوراق والأزهار وعلى ذلك فهى تتكشف وتموت كما فى (ا) ولكن الأوراق الخضراء (ز) تعمل بعد تمام نموها على صنع مقدار وافر من الغذاء وهذا ينزل من الأوراق الى حيث يخزن فى الساق القصيرة (هـ) وهذه تزداد سمكا شيئا فشيئا تبعا لذلك وتصبح كرمة جديدة فى نهاية الفصل . أما البراعم (ط) الموجودة فى آباط أوراق الكرمة الجديدة فتبقى بالقرب من قمتها وتقوم بإنشاء متسق جديد من الأزهار والأوراق والكرمات فى العام الذى يلى .

ويغلب أن يكون للكرمة بضعة براعم فى قمتها بدلا من برعم واحد كما فى (د) وترتقى كل واحدة منها فى النمو حتى تصبح كرمة جديدة بالطريقة التى سبق شرحها . وعلى ذلك فالكرمة الواحدة قد تنشئ عدة من صنفها فى فصل واحد .

(هـ) البصلة (Bulb) — تشبه الكرمة أحيانا فى مظهرها الخارجى ولكنها تشمل على ساق قصيرة قصرا نسبيا وعلى هذه الساق يوجد عدد من الأوراق الحرشفية بادنة سمكية وهذه الأوراق ينطوى بعضها قليلا أو كثيرا فوق بعض . أما كان البصلية جميعه فهو أشبه ببرعم كبير جدا يوجد فى آباط بعض حراشيفه براعم صغيرة ابتدائية ومن البصلات الشائعة البصل والبشنين (Lily) والزرعس . وبادرة البصل المبينة فى شكل (٦) تكون بضع أوراق أثناء أول عهد من النمو كما فى (ا) من (شكل ٢٢) وينتفخ النبات عند قاعدته ويكون بصلة وإذا قطعت قطاعا كما فى (ب) تكشف لك باطن تركيبه وتتعبق الأوراق من الأجزاء الخضراء فأسفل يلاحظ أن القواعد



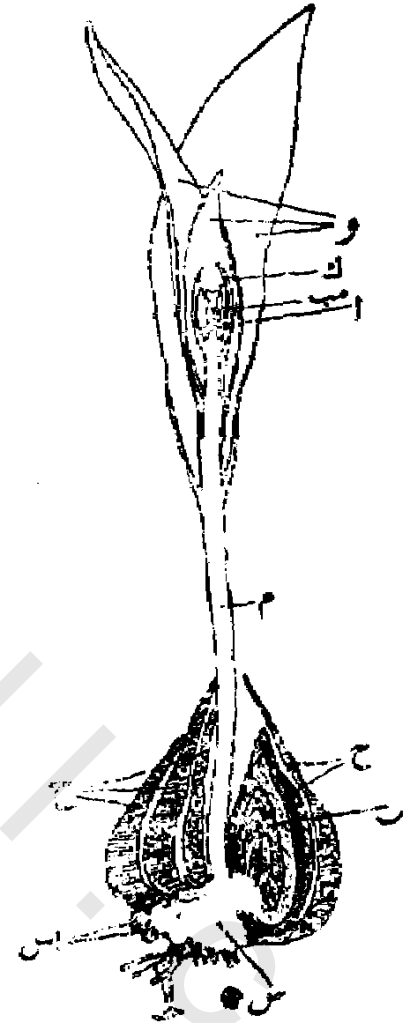
(شكل ٢٢)

- (أ) بادرة بصل ؛ أ = بقايا ورقة قديمة ؛ و = أوراق صغيرة السن .
 (ب) قطاع طول من البادرة ، س = ساق قصيرة عليها أوراق تكون وقواعد ورقية أهم جزء من البصلة ؛ ن = نقطة نمو الساق .

جميعها ولا سيما الداخلة من الأوراق مسمكة فمن تلك القواعد الورقية يتكون جرم البصلة الأصل . أما الساق (س) التى تنمو عليها هذه الأوراق فهى لذلك قصيرة . فإذا انتهى هذا العهد من النمو تموت الأجزاء انخضراء وتتكش . أما أجزائها السفلى التى أصبحت رقيقة فتبقى كغطاء لبقية البصلة وتمنع سرعة فقدان الماء من الداخل .

وإذا زرعت بصلة البصل فى أوانها الثانى كوّنت جذورا عرضية من قاعدة الساق وتنمو نقطة النمو الطرفية (ن) من الداخل الى أعلى وتكون أوراقا ونورة (Inflorescence) ذات أزهار بيضاء على طرف ساق مجوفة طويلة . وكذلك البراعم الموجودة فى آباط الأوراق الحرشفية فانها تنمو على هذا النسق وعلى ذلك فانه أحيانا يتكون من بصلة واحدة عدة فراخ مزهرة وتنفق المواد المختزنة فى حراشيف البصلة فى نمو هذه السوق المزهرة وبعد انتاج البزور الناضجة يتكش النبات جميعه ويموت وفى هذه الحالة تكون البصلة من فريق النبات الذى يعمر سنتين .

وقد يحدث أن بعض البراعم الجانبية الموجودة فى آباط الحراشيف لا تحدث



(شكل ٢٣)

قطاع نبات النوليب (Tulip) وهو
مزهرة . س = ساق عليها حراشيف
بصلية شعبة ج م ، = ساق مزهرة
تحتل أوراقا خضراء و ب م ب =
بيض ك = كم الزهرة ؛ ا =
أسدية ؛ ب . برعم متكشف عن
بصلة جديدة ؛ بس = براعم ساكنة
صغيرة ؛ هـ = جذر

التورات المشار إليها بل تكون أفراسا ورقية فقط . وهذه تكون بصليات صغيرة كما تفعل بادرة البصل ، وهذه البصلات الصغيرة تبقى بعد موت أمها وتقوم بالنمو في أوانها الثاني . وعلى ذلك فنبات البصل في هذه الحالة يكون من الفريق الذي نسميه معمرا والبصلات التي تشبه نبات البصل في تعرض حراشيفه وتقرعها وفي اتساقها بحيث يشمل الخارجى الباطنى شمولاً كلياً تسمى ”بصلات كسائية“ (Tunicated bulbs) . أما في البشنيين فان حراشيف البصلة أقل عرضاً من تلك ثم انها متراكبة تراكب ألواح القرميد في سطوح المنازل . ولذلك يطلق عليها اسم ”البصلات المتراكبة“ (Imbricated bulbs) .

تج ٣٠ : اقطع قطاعاً طويلاً من نبات بصلة صغيرة عند ما تكون بصلتها قد تكونت جيداً . راقب نمو النبات الصغير الى أن يصير بصلة مستقلة واقطع أيضاً في بصلة نائمة النمو بضع قطاعات وقارن تركيب بنائها الداخلى بمثله من الكرب .

تج ٣١ : اخص بصلات بصل حفظ طول الشتاء وسمح له بعد ذلك بالانبات . لاحظ عدد طوائف الأوراق الخضراء المنفصلة التي أنتجت البصلات واقطعها وامنحنها والخص أصل هذه الأوراق .

تج ٣٢ : الأوراق — اقطع قطاعات طويلة في بصلة الزرجس . لاحظ الساق وعدد الحراشيف وسمك كل واحد منها وكذلك وجود الأزهار الابتدائية والبراعم الأبطية أو فقداها .

تج ٣٣ : (١) اخص تركيب بناء كرمه القاقاس واقطع الأوراق الحرشفية الخارجية وشاهد موقع البراعم وعددها على الساق الغليظة (٢) اقطع قطاعات طويلة في كرمه (٣) اخص كرمه مزهرة وشاهد الجذور وبقايا الكرمات القديمة والأوراق الخضراء والأوراق الحرشفية والغشائية وعدد الأزهار وموضعها وقارن ذلك بشكل (٣) .

الفصل الخامس

الورقة

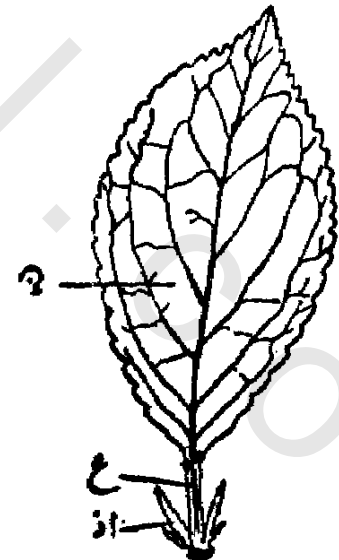
١ - تخرج الأوراق كما سبق القول من براعم وتكون إذ ذاك زوائد جانبية من سوق النباتات . وقد تكون الأوراق على صور شتى ولكنها فى العادة أجسام منبسطة . والعادة فى جميع الأوراق ما عدا ما يعرف منها بالأوراق الزهرية أن تكون فى آباطها أزرار أى براعم ويختلف نمو الأوراق عن نمو الساق والجذر فى أنه قصير الأمد لأنها إذا بلغت حجما محدودا وقفت عن النمو .

٢ - الورقة الخوصية (Foliage Leaf) - أظهر الأوراق على النباتات تكون خضراء وتسمى "الأوراق الخوصية" . وهى أعضاء ذات شأن مهمتها فى الجملة صنع الغذاء اللازم للجزء النامى من النبات ، بل هى أيضا أعضاء ينطلق منها فى الهواء كثير من الماء المأخوذ من الأرض واسطة الجذور وتشتمل الورقة الخوصية النموذجية (شكل ٢٤) على الأجزاء الآتية :

(١) جزء عريض مفرطح يسمى "النصل" (Blade) .

(٢) عود أو عنق رفيع (Petiole) .

(٣) غمد (Sheath) قاعدى منبسط نوعا يصل الورقة بالساق . ويحمل غمد الورقة أحيانا زائدين تسمى كل منهما "أذنة" (Stipule)



(شكل ٢٤)

ورقة برقوق خوصية :

ع = عنق أو عود ،
اذ = أذنة ، د = نصل .

وهما قد تكونان عريضتين أشبه بالجنح كما هو الحال في البرسيم والبازلاء وقد تكونان صغيرتين ضيقتين كما هو الحال في الكثرى والتفاح . وتسمى الأوراق التي فيها هاتان الزائدتان "أوراقاً أذنية" (Stipulate) . أما التي ليس لها اذنان فتسمى "عديمة أذنية" (Exstipulate) .

وأجزاء الورقة تختلف في شكلها اختلافا كبيرا فغمد نبات الفصيلة النجيلية يحتضن الساق احتضاناً . أما في الفصيلة الخيمية (ومنها الخزر والكرفس) فهو ظاهر جداً وفي كثير من النباتات يكاد لا يرى .

وإذا كان للورقة عنق فهو في العادة ضيق واسطواني ولكن يغلب فيه القصر وقد لا يوجد مطلقاً وفي هذه الحالة يقال للورقة "عديمة العنق" أو "مرتصعة" (Sessile) .

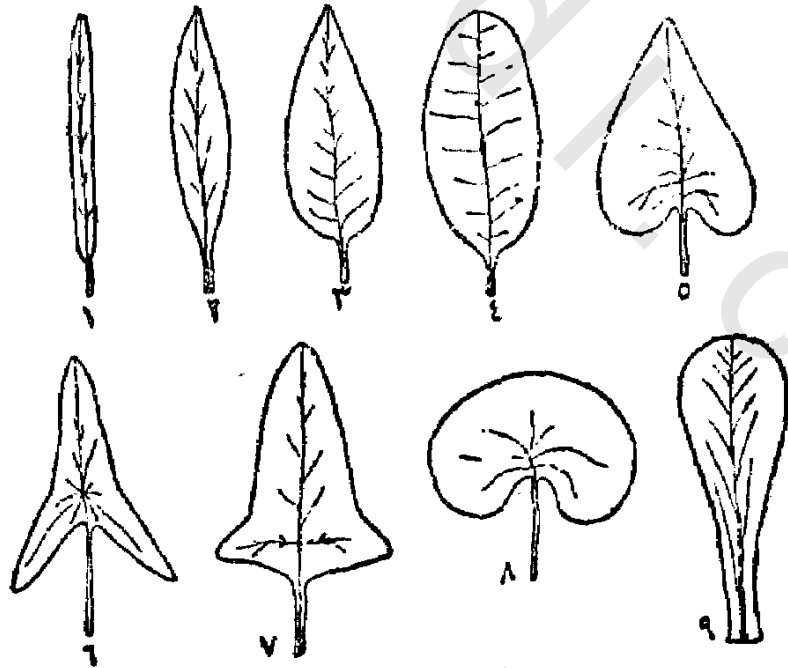
النصل — هو في الجملة أظهر أجزاء الورقة الخوصية . وأهم النقط التي يجب ملاحظتها هي توشج عروقه وشكله وحافته وقمته وصفة سطحه .

(١) تعرق النصل الورقي (Venation) — يخترق جسم الورقة عديد من الخيوط أو الأشرطة الخشبية تسمى "عروقاً" أو "أعصاباً" ولكن لا يستنتج من ذلك أن بناءها ووظيفتها يماثلان بناء العروق أو الأعصاب أو وظيفتهما في الحيوان . ويسمى نظام بناء الأشرطة "نظام تعرق النصل الورقي" ولهذا التعرق نوعان شائعان أحدهما متواز (Parallel) وثانيهما شبكي (Reticulate) . ففي النوع الأول تكون أهم الأشرطة موازية بعضها لبعض من قاعدة الورقة الى قمته كما هو الحال في أوراق الفصيلة النجيلية . وفي البصل والجلاديولاس وفي ذوات الفلقة الواحدة على الإجمال .

أما في الأوراق الشبكية فإن الأشرطة الصغرى تكون في الورقة على صورة نسج الشبكة . وهذا النظام صفة في ذوات الفلقتين .

وتقسم الأوراق الشبكية قسمين تبعاً لنظام الأشرطة الأصلية . ففى أحد هذين القسمين يكون للأوراق شريط مركزى يسمى ” العير ” أو الضلع الوسطى (Mid-rib) يجرى فى وسط الورقة وتخرج منه أشرطة فرعية (أصغر منه قليلا) كما فى (شكل ٢٤) . ومثل هذه الأوراق يقال لها ” ريشية العروق ” (Pinnately Veined) ومن أحسن أمثلتها أوراق التفاح والبرقوق والخوخ وفى القسم الثانى يكون فى كل ورقة أشرطة قوية عديدة تبتدىء من قاعدة النصل وتتشرفيه حتى تصل الى الحافة على نحو ما تكون عليه أصابع اليد عند انبساط الكف ولذلك تسمى مثل هذه الورقة ” بالراحية التعرق ” (Palmately Veined) وفى ورقة القطن والهدرا مثال لذلك .

(ب) أشكال النصل — قد تكون حافة النصل على أى شكل هندسى (شكل ٢٥) فإذا كان كثير الامتداد ضيقا كما هو فى نبات الفصيلة النجيلية سميت الورقة ” خيطية ” (Linear) .



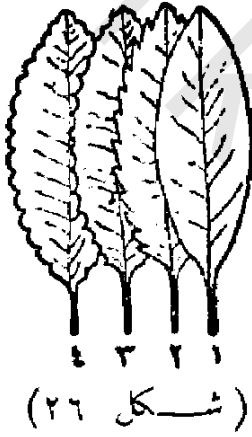
(شكل ٢٥)

الأشكال العادية من الأوراق (١) خيطية ، (٢) رمحية ، (٣) بيضية ، (٤) اهليلجية ، (٥) قلبية ، (٦) سهمية ، (٧) مزراقية ، (٨) كلوية ، (٩) ملعقية .

وقد تكون "رمجية" (Lanceolate) كما في ورق لسان الحمل وقد تكون "بيضية" (Ovate) أو "إهليلجية" (Elliptical) أو "كلوية" (Reniform) أو "قلبية" (Cordate) أو "سهمية" (Sagittate) أو "ملعقية" (Spathulate) أو "مزرقية" (Hastate).

(ج) حافة الورقة (Leaf-margin) — يكون

حد نصل الورقة سوياً أو كاملاً أحياناً (Entire) كما هو الحال في الحناء أو يكون خشناً بقلوب صغيرة أو كبيرة (شكل ٢٦).



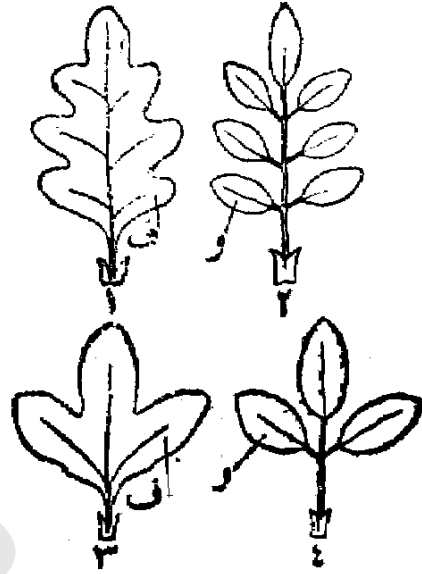
حافة الورقة :

(١) سوياً ، (٢) منشارية ، "منشارية" (Serrate) وإذا كانت الفلول السنية الصغيرة على زوايا قائمة مع حد الورقة سميت "مسننة" (Dentate) وإذا كان الحد نتوءات صغيرة على شكل نصف دائرة سميت الورقة "مفروضة" (Crenate) أو "محزوزة".

فإذا كانت الفلول أعمق من ذلك سميت الورقة "مفصصة" (Lobed) ، أو "مفرقة" (Parted) أو "مشرحة" (Dissected) على التوالي ، تبعاً لما إذا كانت الأقسام بالغلة إلى منتصف المسافة بين العير والحافة أو إلى ثلاثة أرباعها أو قاطعة المسافة كلها تقريباً ، وبما أن الفلول تسير في اتجاه الأشرطة الأصلية أي عروق الورقة فإنه يوجد نوعان من الأوراق سواء كانت مفصصة أو مفرقة أو مشرحة أحدهما يسمى "المفصص الريشي"

أو "المفرق الريشى" أو "المشرح الريشى" والثانى "المفصص الراحي" أو "المفرق الراحي" أو "المشرح الراحي" (شكل ٢٧) .

وما دامت أقسام النصل لاتصل الى الأبعاد الأصلية تمام الوصول فالورقة تسمى "بسيطة" . وفى كثير من الأحوال تكون الأقسام بحيث تبدو الورقة كأن لها عدة نصول متفرقة فإذا كانت الأمر كذلك فالورقة تسمى "مركبة" وتكون الأجزاء المتفرقة وريقاتها (و . شكل ٢٧) والأوراق المركبة إما أن تكون ريشية كما فى البازلاء والفسول الرومى والبطاطس والورد أو راحية كما فى البرسيم والترمس .



(شكل ٢٧)

- (١) ورقة ريشية مفصصة بسيطة (ف) فص .
- (٢) ورقة ريشية مركبة ، (و) وريقة .
- (٣) ورقة راحية مفصصة بسيطة ، (ف) فص .
- (٤) ورقة راحية مركبة ، (و) وريقة .

(٥) السطح — سطح النصل أملس أو أصلع وقد تكون احدى صفحتيه صاماء والأخرى شعرية أو تكون كلتاها مغطاة بالشعر .

القمة — إذا كان طرف الورقة محددًا سميت القمة "حادّة" (Acute) وإذا امتد إلى أطول من ذلك سميت "مستدقة" (Acuminate) وقد يكون "منفرجا" (Obtuse) أو "مشروما" (Emarginate) أو "مقرنا" (Mucronate) وفى هذه الحالة يبدو العبر كأنه قد برز كطرف حاد . أنظر أوراق البرسيم المجازى (Lucerne) أى المديكاجو (Medicago) .

نحج ٢٤ : الخصب أوراق أهم نباتات الحقل وغير ذلك من الحشائش وصف كلا منها . لاحظ
اولا هل هي بسيطة أو مركبة ؟ وأنظر بعد ذلك هل تجد عليها أذنان وأعناق أم لا ؟ ثم صف
صورتها وحاقها وقتها وسطحها .

٣ — الأوراق المتنوعة أو المحورة (Modified leaves) — قد يوجد
على النباتات أجسام لا تشتمل في تركيبها على كل أجزاء الورقة الخوصية ولكنها
تعتبر أوراقا نظرا الى أصلها وموضعها من النبات وقد تنقلب في بعض
الظروف أوراقا والى أنها كثيرا ما تحمل براعم في آباطها خضراء معتادة .

ولكثير من هذه الأوراق المتنوعة أى المحورة صفات خاصة كما هو مبين
بعد من حيث موضعها من الساق أو من حيث بناؤها ولونها أو غير ذلك
من الخصائص .

(١) الفلقات أو أوراق البزرة — هذه أول الأوراق التى يحرزها النبات
الزهرى وتكون كلها تقريبا بسيطة سوية ولا أذنان لها ولبعض الأشجار
المخروطية (كالصنوبر) بادراتها لها فلقات عدة ولكن ذوات الفلقتين تشتمل
فى العادة على فلقتين (شكل ٥) . أما ذوات الفلقة الواحدة من النباتات
فلا يوجد بها إلا واحدة .

والفلقات فى بزور الفول والباللاء بمثابة مخزن للغذاء الذى يتوقف عليه
نمو البادرة فى أول عهدها . أما فى الغلال والتجليات فإن أهم عمل تعمله الفلقة
هو امتصاص الأندوسپرم الذى فى البزرة ونقله الى الأطراف النامية من الجذر
الصغير والفرخ . أما فى اللفت والقطن وكثير من النباتات فالفلقات تظهر
على وجه الأرض وتقوم بعملية التمثيل فتسلك بذلك مسلك الأوراق الخوصية
المعتادة .

(ب) الحراشيف — هذه فى العادة أجسام ورقية غشائية رقيقة وتكون بالأجمال سمراء أو بيضاء أو ضاربة إلى الصفرة ، وهى إما أن تكون أوراقا كاملة أو أذنان وأغساد لأوراق لم يتم تكوّن نصلها . وتوجد الحراشيف غالبا على السوق التى فوق الأرض بمثابة غطاءات لبراعم الشجر والشجيرات تحمى باطن البراعم من الصقيع والحز والمطر ومن غشيان الحشرات . وتوجد الحراشيف دائما على السوق الأرضية من النباتات المعمرة . وتختلف إزاء ذلك فى حجمها كثيرا . فعلى الريزومة من نبات البطاطس مثلا تكون صغيرة غشائية . أما أوراق البصلة الساكنة فحراشيف كبيرة بعضها غليظ شحم خاص بالغذاء .

(ج) القنابات والقنبيات (Bracts and Bracteoles) — الأوراق التى توجد على الساق فى النقط التى تظهر فيها الأزهار أو النورات يقال لها القنابات والقنبيات (أنظر صفحة ٩٣) وهى تختلف فى حجمها ونسجها (Texture) ولونها اختلافا كبيرا وفى بعض النباتات لا يمكن تمييزها من الأوراق الخوصية الخضراء العادية إلا بتبين موضعها . بل الأغلب أن تكون أولية تشابه الحراشيف تقريبا . وتسمى القنابات النصلية التى تكتنف أزهار النجيليات ” بالقنايع“ (Glumes) وفى النخل توجد قنابة عظيمة تشتمل على كل النورة وهذه تسمى ”بالقحف أو بالكافور“ (Spathe) أو ”الكوز“ ” والقنابات “ الزهرية وضاءة اللون أحيانا . مثال ذلك : قنابات النبات المعروف فى مصر ببنت القنصل (يوفوريا) .

(د) الأوراق الزهرية — الأوراق الخاصة التى تكون أهم أجزاء الزهرة يقال لها ”الأوراق الزهرية“ (انظر الفصل الآتى) .

(هـ) الشوك الورقى (Leaf-spines) — فى بعض الشجيرات والأشجار توجد فروع تكون قد تنوعت حتى أصبحت شوكا قصيرة صلبا . فاما كون هذا الشوك فروعا أو غصونا فظاهر من أنه فى الغالب يحمل أوراقا صغيرة وبراعم ولكن فى بعض النباتات كالتين الشوكى لا يكون الشوك بالطبع فروعا بل أوراقا محورة لأنه يغلب ظهور براعم وسوق فى آباطها وفى بعض الأحوال تشاهد كل أدوار التنقل فى التنوع بين الورقة العادية والشوكة المتفرعة على نفس النبات .



(و) المحالِق الورقية
(Leaf-tendrils) —
فى الفول الرومى وفى البازلاء
(شكل ٢٨) تنوع الوريقات
الطرفية فتصبح خيوطا رفيعة
تسمى "محالِق" وهذه
المحالِق تشعر بالملاسة
فتلتف حول أى شىء صغير
تلمسه وفى بعض النباتات
كالكروم وزهرة الآلام
(Passion flower) لا تكون
المحالِق أوراقا بل غصونا
منوعة .

(شكل ٢٨)

ورقة مفردة مركبة من نبات البازلاء : اذ = اذنة ،
(و) وريقة ، (ح) حالىق .

- نم ٣٥ : الحصى فلقات بواذر الحشائش التى تنبت فى أراضي البساتين وفى الاراضى الزراعية
ولاحظ الفرق بينها وبين الاوراق الخوصية الأولى .
الحصى فلقات بواذر المغلات الحقلية الشائعة .
- نم ٣٦ : الحصى حراشيف بصله وزرجسة والحصى أيضا ما على السوق الأرضية من نبات
البطاطس وغيره من النباتات .
- نم ٣٧ : الحصى أشواك التين الشوكى والكراچيس وهل هى أوراق أم غصون متوعة ؟
وقارنت بالتجربة ٢٧ .
- نم ٣٨ : لاحظ صورة المحاليل وموضعها فى القول الرومى والبازلاء (أولاً) وهى مطلقة
(وثانياً) وهى ملتقة حول دعامة .

٤ — نظام الأوراق (Leaf-arrangement) — قد تبدو الأوراق
للرائى كأنها على النبات بغير نظام ولكن يتبين بعد الفحص الدقيق أنها موزعة
على الساق بنظام محدود جداً يكون فى العادة ثابتاً فى كل نوع من أنواع النبات
ففى بعضها — كما فى ”ليونوتيس“ (Leonotis) وفى اللاميوم (Lamium)
والجاليوم (Galium) تظهر ورقتان أو أكثر عند نفس الكعب من الساق .
فتسمى كل مجموعة من الورق إذ ذاك ”سواراً“ (Whorl) والأفراد المكونة
لهذا السوار تكون دائماً منفصلة بعضها عن بعض بمسافات زاوية منتظمة
(Angular) . فإذا وجدت ورقتان عند الكعب كانت كل منهما على مسافة
من أختها تساوى نصف محيط الساق ، أى هما متقابلان بالدقة ولا تكونان
فى جانب واحد فإذا ظهرت ثلاث أوراق عند الكعب الواحد ابتعدت كل
واحدة منها عن أختها بمسافة زاوية قدرها ١٢٠° أو ثلث المحيط وهلم جرا .

وفى كثير من السوق لا تكون الأوراق فى أساور بل تكون موزعة وهى
منفردة على طول جانبي الساق بحيث لا تنشأ عند كل عقدة إلا ورقة . مثل هذا
النظام يسمى ”بالمبادل“ أو ”اللولى“ (Spiral) وإذا رسم خط من قاع الفرخ

الى رأسه بحيث يتر بقاعدة كل ورقة على التتابع رسم الخط لولبيا . واذا قيست المسافات بين الأوراق على طول الساق وجد أنها مختلفة فبعضها يكون على مسافة بوصة من بعضه وبعضها على مسافة بوصتين أو يزيدان على أن مسافات الزاوية الكائنة بين الأوراق تكون محدودة ومنتظمة كما هو الحال في النباتات ذات النظام السوارى ويعبر عن الافتراق أو مسافة الزاوية في العادة بكسر من المحيط . ففي النجيليات يكون الافتراق $\frac{1}{4}$ أى أن اللولب في مروره من ورقة لأخرى يلف حول نصف محيط الساق وفي السرو (Cuprissus) يكون الافتراق $\frac{1}{4}$ أما في الكثرى والبرقوق فإن مسافة الزاوية $\frac{2}{5}$ من المحيط والافتراقات التي يغلب مشاهدتها هي $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{5}$ و $\frac{3}{8}$ و $\frac{5}{13}$. وبعد الفحص يرى أن هذه الأوراق اللولبية النظام هي في سطور طولية مستقيمة على طول السوق . والنباتات ذات الافتراق الذي يساوى $\frac{1}{4}$ المحيط يكون لها سطران وما كان الافتراق فيها $\frac{1}{4}$ ثلاثة أسطر وما كان $\frac{2}{5}$ خمسة أسطر وهلم جرا تبعا لما يدل عليه رقم المقام من الكسور .

إذا انتخبنا أى ورقة من سطر من الأسطر وتبعنا طريق اللولب حول الساق وهو يلمس كل ورقة متتالية حتى يصل الى ورقة أخرى على نفس السطر كان عدد الورقات الملموسة من غير أن نعد الورقة التي منها ابتدأنا مساويا لرقم المقام من الكسور الدالة على مقدار الافتراق الزاوى وكان البسط دالا على عدد اللفات الكاملة التي يسير فيها اللولب حول الساق . مثال ذلك : إذا كان افتراق زوايا الأوراق على فرخ شجرة كثرى $\frac{1}{4}$ وانتخبنا ورقة بمثابة نقطة للابتداء فإن الخط اللولبي يتر مرتين حول الساق حتى يصل الى الورقة الثانية من نفس السطر وفي سيره كذلك يلمس قواعد خمس أوراق . ولكي يمكن معرفة نظام الأوراق على أى فرخ يجب ملاحظة قواعد الأوراق

لا النصول إذ أن موقع النصول إنما يتأثر بمؤثرات خارجية ولا سيما بالضوء وبقوة الثقل . وقد يحدث أن تلتوى السوق أثناء نموها فيترتب على ذلك انتقال الأوراق من مواضعها الطبيعية . هذا وانتظام الأوراق على السوق يتوقف على ما فى النبات الحى من القوى الباطنية فبنمو النبات على هذه الحالة تكون جميع الأوراق معرضة بالتساوى للضوء والهواء ويكون وقوفها فى سبيل احتياجات غيرها أقل منه فيما لو كانت موزعة بلا انتظام .

تج ٣٩ : الخصى نظام الاوراق على فراخ النباتات الشائسة فى الحقول وعلى الاشجار والحشائش وصفها .

٥ - نظام البراعم (Bud-arrangement) — بما أن البراعم تنشأ عادة فى آباط الأوراق فان نظام البراعم على الأشجار فى الشتاء يكون مشابها لنظام الأوراق فى الصيف الذى سبق .

ولا شك أن معرفة موضع البراعم ونظامها على فراخ النباتات معرفة دقيقة أمر مهم فى عملية التقليم التى يراد بها حمل البراعم على أن تفرخ فروعاً تتجه فى سبيل معينة .

٦ - ابدال الورق (Leaf-fall) أى سقوطه : "دائمة الاخضرار" (Evergreens) — فى غالب الأشجار والشجيرات ذات الأوراق العريضة التى تنمو فى المناطق المعتدلة تعيش الأوراق التى تخرج من البراعم فى الربيع مدة فصل نمو واحد ثم تسقط جميعها قبل دخول النباتات فى دور استراحة فى الشتاء التالى . على أن بعض الشجيرات والأشجار تكون مكسوة بأوراق خضراء فى جميع أوقات السنة . وتسمى هذه النباتات "بدائمة الاخضرار" . وفى هذه النباتات لا تنفض الأوراق المتكونة فى الربيع من البراعم فى فصل الخريف أو الشتاء ولكنها تبقى أحيانا بضعة فصول قبل موتها الذى يعقبه الابدال .

ويتوقف طول الزمن الذى تمكثه ورقة ما يسمى "بدائم الاخضرار" من النبات بعد تكونها، على نوع الشجرة وعلى المناخ والموقع والتربة وغير ذلك من الشرائط .

ففى الحناء مثلاً تبقى الأوراق فى الغالب على العساليج أثناء الشتاء وتسقط عند تفتح براعم جديدة فى الربيع وفى بعض المخروطيات لا تعبل الأشجار حتى تبلغ من العمر عشرين أو أكثر .

وتفصل الورقة عادة عن الفرخ الذى يحملها عند نقطة قريبة منه . وتبقى مكانها على الفرخ علامة ظاهرة تسمى "ندبة الورقة" . ولتقى المخاطر التى تنشأ من وجود جرح مفتوح بتكون طبقة واقية من الفلين فوق سطح الندبة وهذه الطبقة تنشأ قبل سقوط الورقة بالفعل بمدة ما .

وليس أعبال الورق مجرد وقوع الميت الذابل منه ولكنه عملية فيسيولوجية مستقلة لا تحصل فى الأوراق التى تقتل قبل بلوغها بفعل الصقيع أو الحرارة المفرطة . وفضلاً عن ذلك فإن الأوراق لا تسقط فى أوائل الصيف من فروع الأشجار والشجيرات التى تتكسر أو تقطع .

تج . ٤ : لاحظ طريقة أعبال الورق فى الشائع من الشجيرات والأشجار والتفت الى ما كان منها ذا أوراق مركبة . لاحظ شكل الندوب الورقية وجمعها . حاول تقدير الزمن الذى تمكثه الأوراق على أشجار القوتوب (Liriodendron) والحناء والصنوبر وغير ذلك من النباتات الدائمة الاخضرار .

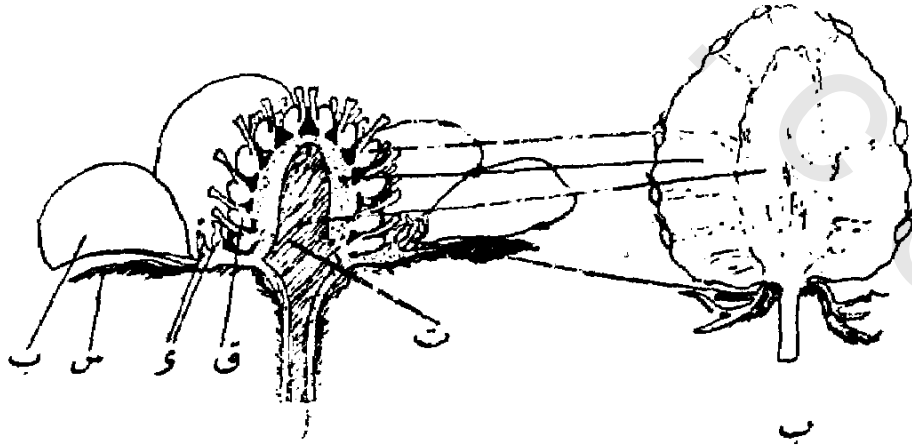
الفصل السادس

الزهرة

١ - ان الجذر والساق والأوراق الخضراء التى دار عليها البحث فى الفصول الثلاثة السابقة يطلق عليها اسم "الأعضاء الخضرية". على أننا ان كنا قد عطينا منها بأمر تشريحها أو أصلها وبشكلها ونسبة بعضها الى بعض يحسن بنا أن نشير هنا الى أن العمل الذى تقوم به هذه الأعضاء لمنفعة النبات إنما هو مختص على الأخص بحفظ حياة الفرد الذى يحمل هذه الأعضاء .

٢ - على أنه لا يلبث عاجلا أو آجلا أن تنشأ أزهار على النبات وظيفتها الخاصة التناسل . يتولد فى هذه الأزهار بزور تشتمل على أجنسة قادرة على النشوء حتى تصبح جيلا آخر من النباتات عند سنوح الفرصة .

ولا بد لنا قبل البحث فى عمل الزهرة أن نتعرف شكل أجزائها وترتيبها ولذلك يجدر أن نبدأ بدراسة مثل بسيط منها كزهرة الشليك الشائعة وإليك قطاعا منها (شكل ٢٩) .



(شكل ٢٩)

(١) قطاع رأسى من زهرة الشليك : (س) سبل الكأس ؛ (ب) بتل النويج ؛ (ز) أسدية الاندروسيوم أو المأبر ؛ (ق) قربة الجينييسوم أو الخدر ؛ (ت) تحت الزهرة ؛ (ب) قطاع من النمرة المتكشفة من الزهرة . (١) الأجزاء المتقابلة فى النمرة والزهرة موصولة بخطوط .

في وسط الزهرة يرى محور مخروطي الشكل ذو حافة منبسطة حول قاعدته . وهذا المحور هو ملحق بالشمرأخ أو السويقة الزهرية ويسمى "الحامل الزهري" (Receptacle) أو "تحت الزهرة" (Torus) . وعليه يوجد عدد كبير من الزوائد الجانبية مرتبا ترتيبا خاصا ويوجد من هذه الزوائد أربعة أشكال . فأدناها أى أبعداها من قمة التخت زوائد خضراء فى لونها وتشبه فى ظاهرها أوراقا بسيطة صغيرة سوية سليمة وهذه متصلة بالسطح الأسفل من الحافة المنبسطة . ويوجد من هذه الزوائد عشر مرتبة فى سوارين أو محيطين كل منهما يشمل خمسا . والسواران أحدهما فوق الآخر . فالسوار الأعلى يسمى "كأس الزهرة" (Calyx) وكل عضو من مكوناته يسمى "سبلة" (Sepal) ويسمى السوار الأسفل "بالكأس السفلى" .

ويوجد فوق السبلة مباشرة خمس أوراق بيضاء عريضة متبادلة مع السبلات وموضوعة على حد الحافة المنبسطة . هذه الأوراق هى البتلات (Petals) التى يتكوّن من مجموعها تويح الزهرة (Corolla) .

فى باطن سوار البتلات توجد الأسدية أو (Stamens) وهى عديدة . وتشتمل كل سداة على عود أشبه شئ بالخيط وهذه العود تحمل على طرفها جسما صغيرا منتفخا . ومجموع الأسدية يسمى الطلع أو "الأندروسسيوم" (Androecium) .

وفى مركز الزهرة على الجزء المخروطى المرتفع من التخت يوجد متسق من اجسام صغيرة خضراء اللون أو ستمراء على شكل الدورق وكل منها أجوف . هنا أى فى باطن هذه الأجسام الدورية تتكوّن بزور النبات وكل من هذه

الأجسام يسمى "القربلة" (Carpel) ويسمى مجموع هذه القربلات "جيناسيوم الزهرة" (Gynœcium) ^(١) أى متاع الزهرة وهو المتاع .

٣ — هذا وزهرة النبات وان كانت مختلفة من وجوه عدة عن أى شئ فخصناه فيما سبق إلا أنها فى الحقيقة شكل من أشكال الفرخ البسيط أو الساق عليها أوراق . على أن أجزاءها جميعها قد تنوعت لتقوم بمهمة تكوين البزور . ومشايتها لفرخ نباتى بسيط ذى سلاميات قصيرة غير مدركة لأوّل وهلة وانما يظهر ذلك من درس أصلها وموضعها على النبات ومن فحص الأزهار التى تشوهها الظروف . تشغل الزهرة من النبات مكان فرخ منه وهى تنشا إما على قمة ساق أو فى أبط ورقة . وتحتها — وان كان يقف فى العادة عن النمو فى زمن قريب — يستمر فى نموه فى الغالب من خلال مركز الزهرة ويتكشف بعد ذلك عن فرخ نباتى مورك . وتشغل السبلات والبتلات والأسدية والقربلات مكان الأوراق على التخت أو محور الزهرة . وهى زوائد جانبية من التخت تعرف "بالأوراق الزهرية" (Floral leaves) . وزد على ذلك أن الصورة الورقية فى السبلات والبتلات تكون فى العادة ظاهرة . وفيما يسمى بالأزهار المزدوجة تبدو الأسدية والقربلات بعضها أو كلها كأنها بتلات .

٤ — نظام الأوراق الزهرية وتناظرها وعددها : إذا انتظمت الأوراق الزهرية جميعها فى أساور سميت الزهرة "سوارية" (Cyclic) فإذا كانت على خط لولبي على التخت سميت "غير سوارية" (Acyclic) ويطلق لفظ "نصف سوارية" (Hemicyclic) على ما كان نصف أوراقها على شكل سوار ونصفها على شكل لولب .

(١) جيناسيوم معناه بيت المرأة — كذا فُسرّه صاحب القاموس النبائى .

وفي العادة تكون الأساور المتواليّة متبادلة بعضها مع بعض . فالبتلات مثلا لا تكون بازاء السبلات بل تشغل المسافات الكائنة بين الواحدة والتي قبلها من السبلات وكذلك الأسدية تتبادل مع البتلات وتتبادل القربلات مع الأسدية .

وكثيرا ما تكون أفراد كل سوار منفرد متشابهة في أشكالها وحجمها . فاذا كانت الزهرة كذلك سميت ”منتظمة“ فأما اذا لم يكن الأمر كذلك كما في البازلاء والبنفسج حيث يكون بعض البتلات أكبر من بعض فالزهرة إذ ذاك تسمى ”غير منتظمة“ .

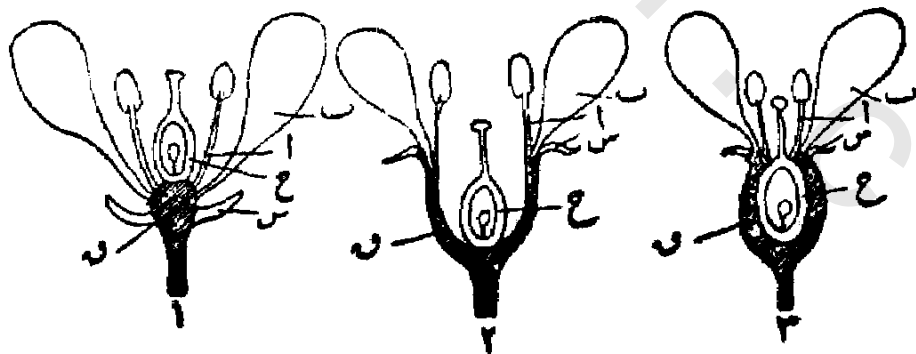
وكل تلك الأزهار التي يمكن أن تقسم نصفين متساويين ومتشابهين بمستوى يمر وسط محور التخت تسمى ”متناظرة“ (Symmetrical) والأزهار المنتظمة يمكن أن تقسم في العادة نصفين بواسطة مستويات تمر وسط المحور في جهات مختلفة عدة وتسمى ”أزهارا عديدة التناظر“ (Actinomorphic) ومن الأمثلة على ذلك زهرة ”الاستلاريا“ (Stellaria) والخشخاش والكرنب . فأما ما يمكن تقسيمه قسمين متساويين في اتجاه واحد فقط فتسمى (Zygomorphic) أو وحيدة التناظر مثل زهر الفول والبازلاء .

وعدد الأفراد المكونة لكل سوار في الزهرة عرضة لكثير من التغيرات ولكن سيتبين أن كل سوار من ذوات الفلقة الواحدة من النباتات يشتمل على ثلاث ورقات زهرية أو على مضاعف بسيط لهذا العدد (مثل ستة وتسعة) . فأما في ذوات الفلقتين من النباتات فالأوراق الزهرية تكون رباع أو خماس . والزهرة النموذجية التي سبق شرحها تشتمل على أربعة أنواع من الأوراق الزهرية مميّزة بعضها عن بعض . وتسمى ”زهرة كاملة“ وقد توجد أزهار

يكون مفقودا منها متنسق واحد أو أكثر من الأوراق الزهرية سواء كان ذلك المتنسق هو الكأس أو التويج أو الطلع أو متاع الزهرة . فإذا وجد مثل هذا فالزهرة إذ ذاك تسمى "غير كاملة" . مثال ذلك : زهر الخروع والصفصاف .

٥ - التخت الزهرى - يكون التخت الزهرى فى الكرب محورا مخروطيا وتكون أساور الأوراق الزهرية مرتبة عليه على مستويات متدرجة الى أعلا ويكون المتاع فى أعلى قطعها والكأس فى أدناها وبينهما التويج والطلع .

والتخت فى كثير من الأحوال أغلظ من هذا وأقصر ولكن الموضع النسبى للأجزاء التى عليه يكون واحدا وللازهار التى كزهرة الكرب ، والحشخاش والفجل تويجات وأسدية من الطلع مغروزة على التخت عند مستوى أدنى من المتاع ومفصولة عنه تسمى "هيوجينية" (Hypogynous) أى سفلية الالتحام ويوصف المتاع إذ ذاك بأنه علوى (رقم ١ . شكل ٣٠) .



(شكل ٣٠)

نطاق رأسى يبانى مارفى (١) زهرة هيوجينية أى سفلية الالتحام ؛ (٢) زهرة بريجينية أى محيطية الالتحام ؛ (٣) زهرة ايجينية أى علوية الالتحام (ق) التخت الزهرى (س) سبلة الكأس (ب) بتلة التويج (١) سداة من مجمع الأسدية (خ) متاع .

في المشمش تنقطع قمة التخت عن النمو مبكرة ، ولكن الأجزاء التي تكون تحت القمة تنمو حولها وتكون إذ ذاك بجوة على شكل حوض توجد الكأس والتويج والأسدية مصفوفة على حافته .

والمناع وهو مكون من قريلة بسيطة منفصلة موضوع عند قاع هذا التخت الأجوف (رقم ٢ . شكل ٣٠) إذ أن هذه النقطة هي القمة الحقيقية من المحور الزهرى .

فالأزهار التي يكون فيها التويج والأسدية مرتبة على حافة تحت أجوف قليلا أو كثيرا ومحيطة بالمناع المنفصل تسمى ”بريجينية“ (Perigynous) أى محيطية الالتحام ويوصف المناع إذ ذاك بأنه علوى كما فى الأزهار الهيبوجينية (السفلية الالتحام) ومن الأمثلة على ذلك أزهار البرقوق والشليك . وجزء التخت الذى يحمل المناع فى الشليك كتلة صلبة ، ولكن باقى التخت يكون حول هذا المناع حافة منبسطة تحمل البتلات والأسدية .

وفى بعض الأزهار يكون التخت أجوف كما فى المشمش ولكن القربلات تكون فى هذه الحالة مكتنفة بجدران التخت اكتنافا وملتصقة به التصاقا تاما لاسائبة منه حتى ليدو التخت والمناع كأنهما جسم واحد وتكون مبيضات القربلات دفيئة فى التخت لاتظهر منها إلا مياسمها (Stigmas) وتكون أجزاؤها العليا منفصلة بعضها عن بعض . فى مثل هذه الأزهار تلوح السبلات والبتلات والأسدية كأنها قد تكونت على الجزء الأعلى من المناع أو على مبيضه والحقيقة أنها تخرج من التخت الذى يحيط بالمبيض جميعه ويكون متحدا به اتحادا تاما .

والأزهار التي من هذا النوع تسمى ”أبيجينية“ (Epigynous) أى علوية الالتحام ويكون المناع أى المناع إذ ذاك سفليا (رقم ٣ . شكل ٣٠) .

ومن الأمثلة على ذلك أزهار التفاح والكمثرى والجوآفا والجزر . ولا يمكن معرفة حدود المتاع والتخت على حقيقتها أو رؤيتها في الأزهار المستكملة النمو . وفي بعض الأحوال لا تمكن التفرقة بينهما على أن الوصف السابق والرسم التخطيطى (شكل ٣٠) كافيان لمساعدة الطالب على تمييز الأزهار العلوية الالتحام من سفلية ومحيطيته .

٦ — الأجزاء غير الأساسية من الزهرة : الغلاف (Perianth) — أساور الكأس والتويج من الأوراق الزهرية تكوّن ما يسمى ”غلاف الزهرة“ وبما أنها لا عمل لها مباشرة في تكوين البزور فقد سميت ”بالأجزاء غير الأساسية من الزهرة“ .

وإذا كان أحد أساور الغلاف مفقودا كما في زهرة الزربيع (فسا الكلاب) (Chenopodium) . وشقائق النعمان سميت الزهرة وحيدة السوار (Monochlamydeous) وإذا غاب منه كلا الكأس والتويج سميت الزهرة ”عارية“ أو ”عاطلة“ (Achlamydeous) كما هو الحال في أزهار الصفصاف .

٧ — الكأس — تكوّن الكأس غطاء واقيا لباقي أجزاء الزهرة في طفولتها وهذه الكأس إما أن تسقط عند تفتح الزهرة وتسمى إذ ذاك ”بالكأس الساقطة“ (Caducous) أو تبقى ملتصقة بالتخت لمدة غير محدودة فتسمى ”بالكأس المستديمة“ (Persistent) . والكأس في العادة خضراء اللون ولكن ربما تلونت بلون آخر فسميت ”بتلية“ (Petaloid) والكأس التي تشتمل على سبلات سائبات كما في زهرة الكرنب يقال لها ”سائبة السبلات“ (Polysepalous) أما ما كانت سبلاتها متحدة كما في زهرة البازلأ فتسمى ”ملتحمة السبلات“ (Gamosepalous) .

أما في الجعريض وعباد الشمس والطرطوفة وغيرها من نباتات الفصيلة المركبة (Compositae) فتكون الكأس على شكل حلقة من الشعير تعرف "بالكأس" الزغية (Pappus) وهذه تستكمل نموها بعد ذبول التويج مباشرة وتساعد الريح على حمل البزور في عليها الى مسافات بعيدة .

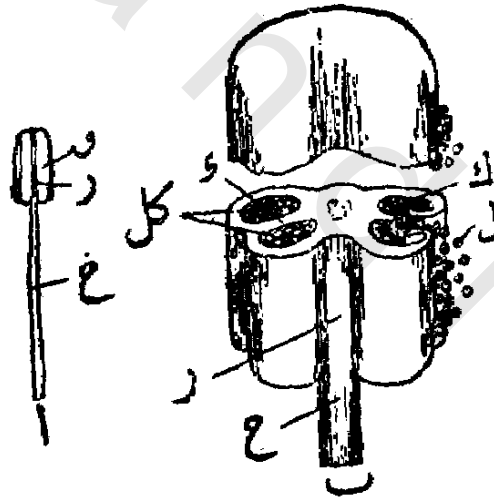
٨ — التويج — هذا الجزء من الزهرة يكون في العادة زاهر اللون ووظيفته جذب الحشرات واذا كانت البتلات المكونة له منفردة بعضها عن بعض كما في زهر الشليك والورد سمي التويج "سائب البتلات" (Polypetalous) فأما اذا كانت البتلات متحدة فالتويج يسمى "ملتحم البتلات" (Gamopetalous) كما في زهرة العليق (Convolvulus) ، والداتورة .

الأجزاء الأساسية من الزهرة

٩ — الطلع والمتاع — مختصان مباشرة بتكوين البزور كما سيأتى القول (فصل ٢٢) وتسمى لذلك "بالأجزاء الأساسية من الزهرة" .

١٠ — الطلع — يشتمل الطلع على أسدية كل منها كما سبق القول ورقة محورة وان كان ظاهرها وبنائها مخالفين جدّ المخالفة للبتلات والسبالات المكونة للغلاف . والسداة تشتمل في العادة على جزء كثير الاستطالة أو قليلها أشبه شئ بالخيط يسمى "الخويط" (Filament) . يعلوه جزء أسمك منتفخ يسمى "المتك" (Anther) (شكل ٣١) . والمتك يشتمل على نصفين مستطيلين نوعاً هما فصا المتك (Anther-lobes) (١) وهذان متآزيان في العادة على الجزء الأعلى من الخويط . وجزء الخويط الذى يصل الفصين بعضهما ببعض يسمى "الراط" (ر) .

وفى باطن كل فص متكى على استتالته حجرتان أو تجويفان يسمى كل منهما "وعاء الطلع" (Pollen-sacs) يتولد اللقاح فيهما عادة على شكل حبوب سائبة كرية أو بيضية تسمى "حبوب اللقاح". وهذه الحبوب تكون وهى فى حالة الطفولة محصورة فى فصى المتك حصرا تاما ولكن بعد ابتسام الزهرة بزمن ما يتمزق الحاجز الكائن بين وعائى الطلع وينفتح فصا المتك بشقين طوليين على طول لحمة الوعائين . (ب . شكل ٣١) فتنتلق حبوب اللقاح على شكل دقيق وفى بعض الأحوال تنبت حبوب اللقاح من مسام أشبه شئ بالصمام بالقرب من رأس المتك .



(شكل ٣١)

(أ) شكل عادى من السداة : (خ) خويط (ق) فص متكى (ر) الرابط . (ب) منظر بناء السداة من الداخل (خ) خويط (ر) الرابط على جانبيه الفصان المتكيان ، (كل) كيسا اللقاح بينهما حاجز (س) والمتك صغير السن ؛ وفى اليمين يرى الفص المتكى وقد تشقق واطلق حبوب اللقاح (ل) ؛ (ك) كيس لقاح فارغ .

ويغلب أن تكون الأسدية ظاهرة وسائبة تماما بعضها من بعض كما فى زهرة الشليك ، ولكن خويطات الأسدية فى بعض الأزهار تكون متحدة ولا يكون سائبا منها إلا المتوك . فإذا كانت الخويطات كلها متحدة سميت

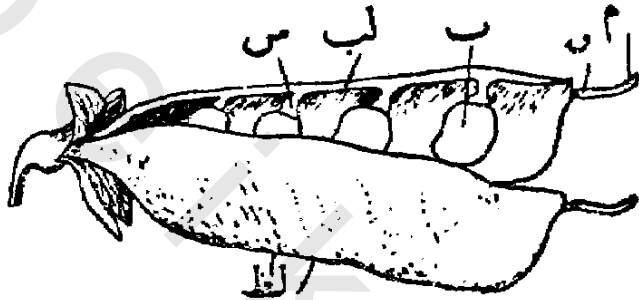
الأسدية "وحيدة الحزم الخويطية" (Monadelphous) فأما إذا كانت هناك رزمتان من الأسدية المتحدة أو أكثر سميت "ثنائية الحزم الخويطية" (Diadelphous) و "متعددة الحزم الخويطية" (Polyadelphous) على التوالى .

فى أزهار الطرطوفة وعباد الشمس والقرطم والخس وأكثربائات الفصيلة المركبة تكون المتوك متحدة والخويطات سائبة ومثل هذه الأسدية تسمى "متحدة المتك" (Syngenesious) .

والأسدية المتصلة بالبتلات كما فى زهرة البطاطس تسمى "مندغمة" (Epipetalous) فيها ويقال لها "فوق البتلات" .

١١ — المتاع — المتاع مكون من قربلات كل منها يشتمل فى العادة على ثلاثة أجزاء (١) جزء أجوف متنفخ يقال له "المبيض" (Ovary) (٢) جزء رفيع مستطيل قليلا أو كثيرا يسمى "القلم" (Style) يوجد (٣) الميسم (Stigma) على رأسه . وفى كثير من الأحوال يكون القلم مفقودا وعلى ذلك يكون الميسم جالسا (Sessile) على الجزء العلوى من المبيض مباشرة . وفى جوف المبيض توجد أجسام صغيرة كرية الشكل أوبيضية تسمى "بيضات" (Ovules) وهذه تنمو وترتقى بظروف خاصة سسند كرها بعد حتى تصبح بزورا . والجزء الكائن فى المبيض والذي تكون البيضات محمولة عليه يسمى "بالمشيمة" (Placenta) . وقد تعتبر القربلة ورقة مطوية على استطالة العير وملتحمة عند حافتيها . ويسمى الخط المعادل للحافتين الملتحمتين من الورقة "لحام القربلة البطنى" أو "الانسى" (Ventral suture) وعلى استطالة هذا اللحام تكون البيضات متصلة فى صفين

يتبع كل حافة منهما صف . والخط المعادل لعير الورقة المطوية يسمى
"بالحام الظهرى" أو "الوحشى" (Dorsal suture) .



(شكل ٣٢)

قرنة بازلاء (قربلة مفردة) . لب = لحام بطنى أو انسى ؛
لظ = لحام ظهري أو وحشى ؛ ق = قلم ؛ م =
سطح ميسى ؛ س = سر البزرة ؛ ب = بزرة .

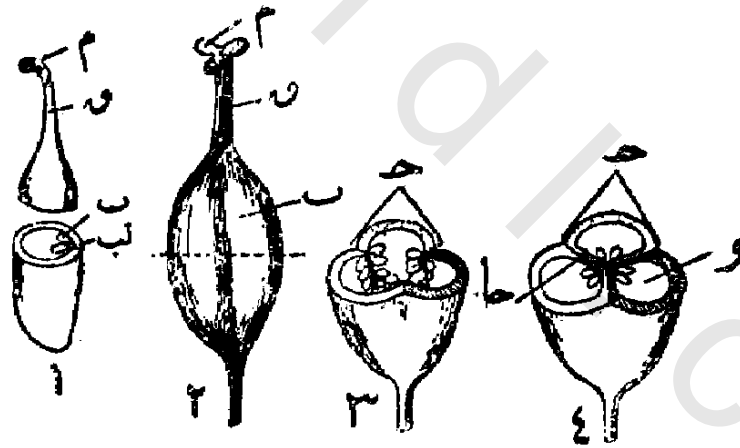
هذه الأجزاء يمكن رؤيتها
مباشرة في قرنة البازلاء
(شكل ٣٢) التي تشبه ورقة
خضراء مطوية شبا كبيرا .

وقد يشتمل المتاع على
قربلات منفصلة كما في الورد
والشليك وفي هذه الحالة
يسمى "سائب القربلات"
(Apocarpous) ولكن يغلب

اتحاد القربلات ويسمى المتاع لذلك "متحد القربلات" (Syncarpous)
(رقم ٢ . شكل ٣٣) ومقدار الاتحاد بين القربلات مختلف ولكن تكثر
غلبة اتحاد المبيضات اتحادا تاما حتى تكون مبيضا واحدا مشتركا . وفي هذه
الأحوال تكون الأقلام في العادة متحدة وتكون قلمها واحدا مشتركا وتبقى
المياسم المقابلة لها سائبة وإذا التحمت قربلات المتاع المتحد بحافتها كما
في (رقم ٣ . شكل ٣٣) فإنه لا يكون للمبيض إلا تجويف واحد ويسمى
المبيض حينئذ "وحيد الغرفة" (Unilocular) وقد تكون القربلات
في غير ذلك مطوية بحيث تتقابل الحافات في وسط المبيض وتكون الأجزاء
المتحدة حواجز (Dissepiments) تقسم المبيض المشترك تجاويف عدة
(رقم ٤ . شكل ٣٣) وتسمى هذه المبيضات "متعددة الغرف"
(Multilocular) ويعادل كل غرفة منها قربة مستقلة .

وقد لا يكون عدد الغرف داخل المبيض معادلا لعدد القربلات الموجودة فيه لوجود حواجز لم تكون من اتحاد جدارى قريبتين متجاورتين بل من نمو جزء من جدار المبيض الى الداخل فاذا كان الأمر كذلك سميت الحواجز "كاذبة". ومن الأمثلة عليها الفاصل الذى يقسم المبيض فى القصيلة الصليبية .

١٢ — "النظام المشيمى" (Placentation) ان نظام المشيمات أو النقاط التى تنشأ منها البيضات داخل المبيض يقال له "النظام المشيمى" . فاذا كانت البيضات متسقة فى صفوف على جدار المبيض كما فى رقم ٣ . شكل (٣٣) سمي النظام "جداريا" (Parietal) .



(شكل ٣٣)

(١) مناع مركب من قريبتة واحدة . لب = لحام بطنى ؛ ب = بيضات ؛ ق = قلم ؛ م = ميسم . (٢) مناع متحد القربلات مركب من ثلاث قربلات متحدة اتحادا تاما ؛ ب = مبيض ؛ ق = قلم ؛ م = ميسم . (٣) قطاع عرضى من مناع متحد القربلات مبيضه و = جدار الجوف . ح = امتداد إحدى القربلات المتحدة ؛ وترى البيضات على مشيمات جدارية .

(٤) قطاع عرضى من مناع متحد القربلات مثلث الأجواف . و = جوف ؛ ح = حاجز ؛ ح = امتداد قريبتة متحدة . وترى البيضات على مشيمات محورية .

وفي المبيضات المتعددة الغرف كما في (رقم ٤ . شكل ٣٣) تكون البويضات في العادة في الزوايا الحادثة عند المركز من اتحاد حافات القربلات ويسمى النظام المشيمي إذ ذاك "محوريا" (Axile) .

وفي الفصائل النباتية التي منها عين الجمل والاستلاريا تكون البويضات متصلة بالمشيمة وهذه تنشأ على شكل عمود قصير من قاعدة المبيض وليس لها اتصال بالجوانب ويعرف هذا النظام "بالنظام المشيمي المركزى السائب" (Free Central Placentation) .

١٣ - متحدة الجنس ومتفردة الجنس من الأزهار : اذا وجد في الزهرة الواحدة كلا الجزئين الأساسيين "الطلع" و "المتاع" سميت "متحدة الجنس" (Monoclinous) كما هو الحال في الشليك والجرجير والقطن وغالب أنواع النباتات الشائعة . وقد يقال لها أحيانا "كاملة" أو "خنثى" (Hermaphrodite) أو "ثنائية الجنس" (Bisexual) .

وقد يفقد من بعض الأزهار مثل أزهار الخيار والقاوون والخروع والصفصاف أحد الجزئين الأساسيين فتسمى الزهرة "متفردة الجنس" (Diclinous) أو "غير كاملة" أو "أحادية الجنس" (Unisexual) أو جنسية وقد تكون الأزهار الأحادية الجنس من نوعين : (١) أزهارا يكون فيها الطلع وحده موجودا وتسمى "أزهارا ذكورية" (٢) أزهارا لا يوجد فيها إلا المتاع ويقال لها "انثية" .

واذا وجد كلا نوعي الأزهار الأحادية الجنس على نفس النبات كما هو الحال في الخيار والذرة يسمى النبات "مستقل الجنس" (Monœcious) أما النباتات

التي كالباباز والصفصاف التي ينشأ بها نوعا الأزهار المنفردة على فردين منها
تسمى بالنباتات غير مستقلة الجنس (Dioecious) .

نح ٤١ : يجب على التلميذ أن يفحص عددا كبيرا من الأزهار و يلاحظ خواص التخت
والكأس والتويج والطلع والمناخ في كل منها و يلاحظ نظام اليضات داخل المبيض .
وعليه أن يتعرف بالدقة كل الألفاظ الاصطلاحية التي استعملت في هذا الفصل .

نح ٤٢ : افحص زهرة الفول والبازلاء والمشمش والشليك والتفاح والشقيق والقرع والخيار
والطماطم والصفصاف والخروع والتين والذرة والقمح وكل ما اتصل به اليد .
وبين أي هذه متحد الجنس وأيها منفردة وإذا كان منفرد الجنس فهل النباتات مستقلة
الجنس أم غير مستقلة ؟

الفصل السابع

النورة (Inflorescence)

تحمل الأزهار في كثير من النباتات مفردة طرفية في نهاية المحور الأصلي كما
في الخشخاش أو تحمل وهي مفردة وجانبية في آباط الأوراق الخوصية من
الساق أو فروعه كما في نبات عين القط (Anagallis) والهبيسكوس
(Hibiscus) . مثل هذه الأزهار تسمى "وحيدة" (Solitary) .

على أن الأزهار تكون في أغلب الأحوال مجتمعة ومحتشدة على فرخ خاص
أو محور من النبات كما هو الحال في الفول والبرسيم والبصل ويعرف مثل هذا
الفرع وأزهاره "بالنورة" وتعرف أوراق هذا الفرخ التي نشأت الأزهار
في آباطها "بالقنابات" (Bracts) انظر (صفحة ٧٤) ويسمى محور النورة

التي كاللباز والصفصاف التي ينشأ بها نوعا الأزهار المنفردة على فردين منها
تسمى بالنباتات غير مستقلة الجنس (Dioecious) .

نح ٤١ : يجب على التلميذ أن يفحص عددا كبيرا من الأزهار و يلاحظ خواص الثخت
والكأس والتويج والطلع والمناخ في كل منها و يلاحظ نظام اليضات داخل المبيض .
وعليه أن يتعرف بالدقة كل الألفاظ الاصطلاحية التي استعملت في هذا الفصل .

نح ٤٢ : افحص زهرة الفول والبالاء والمشمش والشليك والتفاح والشقيق والقرع والخيار
والطاطم والصفصاف والخروع والتين والذرة والقمح وكل ما اتصل به اليد .
وبين أي هذه متحد الجنس وأيها منفردة وإذا كان منفرد الجنس فهل النباتات مستقلة
الجنس أم غير مستقلة ؟

الفصل السابع

النورة (Inflorescence)

تحمل الأزهار في كثير من النباتات مفردة طرفية في نهاية المحور الأصلي كما
في الخشخاش أو تحمل وهي مفردة وجانبية في آباط الأوراق الخوصية من
الساق أو فروعه كما في نبات عين القط (Anagallis) والهبيسكوس
(Hibiscus) . مثل هذه الأزهار تسمى "وحيدة" (Solitary) .

على أن الأزهار تكون في أغلب الأحوال مجتمعة ومحتشدة على فرخ خاص
أو محور من النبات كما هو الحال في الفول والبرسيم والبصل ويعرف مثل هذا
الفرع وأزهاره "بالنورة" وتعرف أوراق هذا الفرخ التي نشأت الأزهار
في آباطها "بالقنابات" (Bracts) انظر (صفحة ٧٤) ويسمى محور النورة

”بالعذق“ أو ”الشمراخ“ (Peduncle) وكل من متفرعاتها ”بالقمع“ (Pedicel) (رقم ب . شكل ٣٤) والأجسام الشبيهة بالأوراق الكائنة على هذه القمع تسمى ”القنبيات“ (Bracteoles) ومن النورة أشكال كثيرة تختلف فى طريقة تفرعها وفى طول محاورها وغلظها وكذا فى وجود قمعها وعدمها وغير ذلك وتنقسم النورات قسمين : (١) نورات غير محدودة (٢) نورات محدودة : تبعا لطرق التفرع المذكورة فى صفحتى (٤٥ و ٤٦)

١ - النورات غير المحدودة - فى هذا النوع يحمل المحور الأصيل أو الشمراخ أزهارا جانبية جالسة (Sessile) أو أزهارا لها قمع وكلاهما نام على التعاقب القمى أى أن أصغر الأزهار يكون أقربها من القمة وأكبرها أقربها من قاعدة الشمراخ فإذا كانت الأزهار جالسة أو كانت محمولة على القمع مباشرة أى على الفروع الجانبية التى من الدرجة الأولى سميت النورة ”بسيطة“ فأما إذا تفرع المحور الأصيل غير مرة قبل أن يحمل الأزهار فالنورة مركبة (شكل ٣٦) .

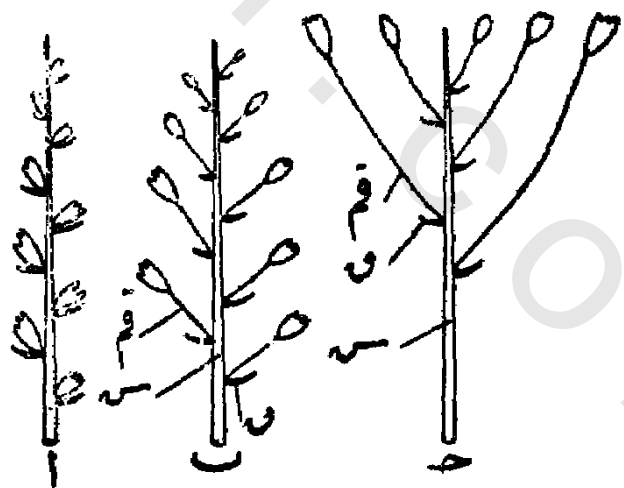
(١) النورات البسيطة
غير المحدودة : فى هذه النورات
يحمل المحور الأصيل أزهارا
إما جالسة أو ذات قمع :

(١) نورات ذات محور
مستطيل وأزهار جالسة .

السنبلة (The Spike) -

(١ . شكل ٣٤) وترى

فى نبات لسان الحمل .



(شكل ٣٤)

نورة غير محدودة ذات محور مستطيل .

(١) السنبلة . (ب) العنقود . (ج) القنو ؛
ق = قنابة ؛ ش = شمراخ ؛ قم = قمع .

وأجزاء النورة في أكثر النجيليات سنابل صغيرة أى سنبلات .

الاعريض (Spadix) — نوع من السنابل له محور شحم ثخين وقد يشتمل على قنابات كبيرة تسمى "القنو" (Spathe) كما في النخيل والزنبق البوقى .

الهرية (Catkin) — نورة سنبلية الشكل تحمل أزهارا أحادية الجنس (Unisexual) وتوجد الهرية المذكرة وكذا الهرية المؤنثة على فراخ الصفصاف .

وفي بعض النباتات تكون الهريات نورات مركبة .

(٢) نورات ذات محور مستطيل وأزهار ذات أعواد .

العنقود (Raceme) — (ب . شكل ٣٤) . في هذا النوع من النورة تكون الأعواد الزهرية أى القموع متساوية الطول تقريبا ومن الأمثلة على ذلك نورات المشور والرجير والصبار .

والمشط (Corymb) - (ح . شكل ٣٤) نورة قموعها مختلفة الطول فما كان منها عند القاعدة فهو أطولها ثم تتلوها قموع أقصر منها على التصاعد . وتكون فيه الأزهار جميعها على منسوب واحد تقريبا . ومن أمثلة ذلك ما يوجد في كثير من نباتات الفصيلة الصليبية .

(٣) نورات ذات محور قصيرة وأزهار جالسة .

الهامة (Capitulum) — (رقم ١ . شكل ٣٥) تستعمل على شتارخ قصير غليظ يسمى ”القرص“ (Receptacle) (ن) عليه أزهار جالسة صغيرة محتشدة بعضها الى جانب بعض ومن أمثلتها ما يوجد فى نبات الخرشوف ونبات الجعضيض والفصيلة المركبة بأجمعها . ويحيط فى العادة واحد أو أكثر من أساور متكاثفة من القنابات بكل الهامة وتسمى هذه الأساور مجتمعة ”بقلافة الهامة“ (Involucre) وكثيرا ما ترى قنابة صغيرة أشبه بقشرة السمك تسمى ”الاتب“ (Palea) مرتفقة بكل زهرة من أزهار الهامة .

(٤) نورات ذات محور قصير وأزهار ذات أعواد .

الخيمة (Umbel) — (رقم ٢ . شكل ٣٥) فى هذا النوع يكون المحور الأصلى قصيرا ويحمل عددا من الأزهار ذات أعواد أى قوع من طول واحد ومثلها نورة حبل المساكين (Ivy) والبصل . (ب) النورات المركبة غير المحدودة فى هذه النورات لا يحمل المحور الأصلى أزهارا جالسة أو ذات أعواد مباشرة ولكنه يحمل فروعا جانبية هى فى ذاتها نورات .

(١) نورات ذات محور أصلى مستطيل .



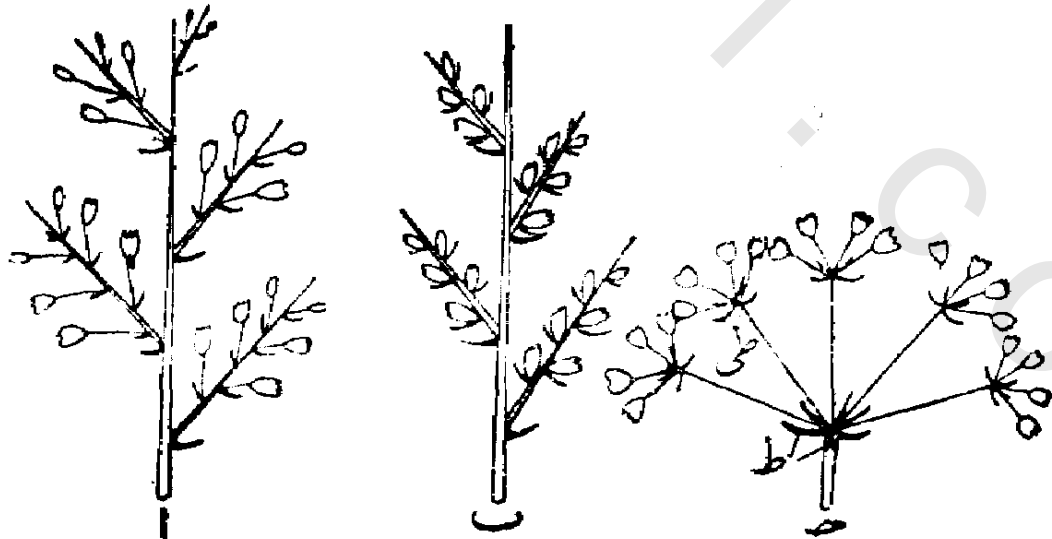
(شكل ٣٥)

نورات غير محدودة ذات محاور قصيرة . (١) هامة . ق = قرص زهرى ؛ ظ = قلافة الهامة ؛ ن = قنبة قشرية الشكل أى الاتب . (٢) خيمة بسيطة ؛ ط = قلافة القنابات .

الدالية (Panicle) — (١ . شكل ٣٦) في هذا النوع من النورات المركبة تكون الفروع الجانبية للمحور الأصلي عناقيد أى نورات غير محدودة وأكثر تعقداً في تفرعها ولها أزهار ذات أعواد . مثال ذلك : نورة العنب .

السنبلة المركبة — (ب . شكل ٣٦) تحمل نورات جانبية كل منها سنبلة ومثال ذلك : نورة القمح وفي كثير من النجيليات الأخرى تكون النورات دوالى من السنبيلات ولكن يطلق عليها اسم "دوالى" فقط .
(٢) نورات ذات محاور قصيرة .

الخيمة المركبة — (ح . شكل ٣٦) في هذا النوع من النورة المركبة تكون النورة الجانبية مرصوفة على شكل خيمة وكل نورة في ذاتها خيمة بسيطة وأمثال ذلك توار الجرز والبقدونس وكل أفراد الفصيلة الخيمية تقريباً .



(شكل ٣٦)

(١) نورة مركبة . الدالية أو العنقود المركب . (ب) السنبلة المركبة . (ح) الخيمة المركبة .

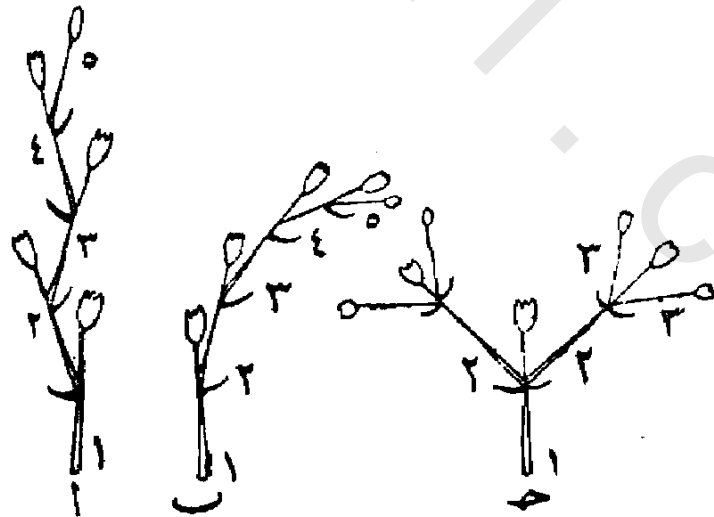
ط = قلافة ؛ طى = قليفة .

٢ - نورات محدودة - فى هذا الصنف من النورات ينتهى المحور الأصيلى بزهرة وعلى ذلك يقف نموه . فأما اذا نشأت أزهار أخرى على المحور فلا بد من خروجها من البراعم المحورية الجانبية تحت القمة . وفى العادة يحمل كل محور فرعاً أو اثنين أو بضع فروع فقط تنمو بشدة وتعلو الفرع الأصيلى . وهذه المحاور الجانبية تنتهى بأزهار وتكرر عين هذا النسق من التفرع وتتفتح الزهرة النهائية من المحور الأصيلى أولاً ثم تتبعها الأزهار التى على نهاية المحاور الثانوية ثم الثالثة وهلم جرا على التعاقب المنتظم .

وهناك صنف من النورات المحدودة المعقدة وأشيع هذه وأبسطها ما يأتى :

(١) وحيد الشعبة الكاذبة (Monochasium) - (ا، ب، شكل ٣٧)

فى هذا الصنف يكون لكل من المحور الأصيلى وفروعه المتتابعة فرع جانبي واحد . مثال ذلك : نوار الويجانديا (Wigandia) ونوار الترادسكانتيا (Tradescantia) .



(شكل ٣٧)

نورات محدودة . أ = وحيد الشعبة الكاذبة ؛ ح = كاذب الشعبين ؛ (١) المحور الأصيلى ؛ (٢، ٣، ٤، ٥) محاور النظام الثانى والثالث والرابع والخامس على التوالى .

(٢) كاذب الشعبين (Dichasium) — (ح . شـ كل ٣٧) في هذا الصنف يكون للمحور الأصلي فروعان جانبيين ويحمل كل من هذين فرعين آخرين . مثال ذلك : نوار الغسول (استلاريا) .

(٣) كاذب الشعب (Polychasium) — في هذا الصنف يخرج فروعان ثانويان أو أكثر من المحور الأصلي تحت كل زهرة من أزهار النورة . مثال ذلك : نورة اليوفوربيا (بنت القنصل) .

٣ — النورات المختلطة — توجد النورات المختلطة حيث تكون الفروع الأولى من المحور الأصلي مرتبة ترتيباً غير محدود بينما تكون الفروع التالية محدودة وبالعكس .

مج ٤٢ : على التنبه أن يفحص من النورات ما يمكن أن تصل إليه يده من النباتات ويبين أيها غير محدود وأيها محدود وعليه أن يلتفت بنوع خاص إلى موضع القنابات حينما وجدت . ولا بد له أن يعلم أنه يوجد كثير من النورات المعقدة لم تعط لها أسماء . وعليه أن يدرس تركيب النورات البسيطة غير المحدودة والمحدودة ويعترف أسمائها بالدقة .

الفصل الثامن

الثمار ونثر البزور

١ — تنشأ الثمرة من زهرة النبات بعد تمام عملية فيسيولوجية تعرف "بالأخصاب" (Fertilisation) وهذه العملية لا يمكن شرحها تمام الشرح والابانة عن تأثيرها إلا بعد أن يكون الطالب قد عرف كل دقائق أجزاء بنية النبات ولذلك أرجأناها إلى الفصل الثاني والعشرين .

(٢) كاذب الشعبين (Dichasium) — (ح . شـ كل ٣٧) في هذا الصنف يكون للمحور الأصلي فروعان جانبيان ويحمل كل من هذين فرعين آخرين . مثال ذلك : نوار الغسول (استلاريا) .

(٣) كاذب الشعب (Polychasium) — في هذا الصنف يخرج فروعان ثانويان أو أكثر من المحور الأصلي تحت كل زهرة من أزهار النورة . مثال ذلك : نورة اليوفوربيا (بنت القنصل) .

٣ — النورات المختلطة — توجد النورات المختلطة حيث تكون الفروع الأولى من المحور الأصلي مرتبة ترتيباً غير محدود بينما تكون الفروع التالية محدودة وبالعكس .

مج ٤٢ : على التنبه أن يفحص من النورات ما يمكن أن تصل إليه يده من النباتات ويبين أيها غير محدود وأيها محدود وعليه أن يلتفت بنوع خاص إلى موضع القنابات حينما وجدت . ولا بد له أن يعلم أنه يوجد كثير من النورات المعقدة لم تعط لها أسماء . وعليه أن يدرس تركيب النورات البسيطة غير المحدودة والمحدودة ويعترف أسمائها بالدقة .

الفصل الثامن

الثمار ونثر البزور

١ — تنشأ الثمرة من زهرة النبات بعد تمام عملية فيسيولوجية تعرف "بالأخصاب" (Fertilisation) وهذه العملية لا يمكن شرحها تمام الشرح والابانة عن تأثيرها إلا بعد أن يكون الطالب قد عرف كل دقائق أجزاء بنية النبات ولذلك أرجأناها إلى الفصل الثاني والعشرين .

على أنه يكفى هنا ان ندل على أن هذه العملية هى اتحاد مقدار ما من محتويات حبة الطلع أو اللقاح بجسم دقيق يسمى "الخلية الانثوية" أو "الخلية البيضية" (Egg-cell) . وهذه كائنة داخل البيضة (Ovule) التى تنمو بعد عملية الاخصاب حتى تصبح بذرة وبعد حصول الاخصاب يستقط الطلع والتويج أو يذبلان وقد تستقط الكأس أيضا أما الميسم وقلم المتاع . فيذبلان فى العادة ولكن المبيض يبقى فى كل الأحوال وينمو نموا كبيرا يسمح للبزور الموجودة به بسرعة النمو وإذا بلغ المتاع أقصى حالات نموه ونضجت البزور الموجودة فى مبيضه سمى "ثمرة النبات" . وكونت جدران قربة المتاع الناضج المشتملة على البزور والواقية لها ما يسمى "بالپريكارب" (Pericarp) أو غلاف الثمرة أى الغلاف الثمرى .

هذا ويجب ان يلاحظ أن لفظ "ثمرة" فى العرف يطلق على عديد من الأجزاء المختلفة من النباتات مع أن هذه الأجزاء لاعلاقة لها بتاع الزهرة وهو ناضج وعلى ذلك فهى ليست ثمارا بالمعنى النباتى الصحيح فالجزء النضر الصالح للأكل من الشليك والتفاح مثلا هو تحت الزهرة مكبرا أما الثمرة الحقيقية فى الأول فهى الأجسام الصغيرة الشبيهة بالبزور "اكينات" رصعت على التخت . أما متاع التفاح وهو ناضج فهو القلب (Core) .

والطماطم والقرع والخيار هى ثمار حقيقية أى أنها نواتج الأمتعة فقط وإن أطلق عليها فى العرف اسم "خضراوات" . ويطلق لفظ "ثمرة كاذبة" (Pseudocarp) على تلك الأجسام التى تشبه التفاح والشليك والتين والتوت وهى الناتجة من زهرة أو نورة ولكنها تشتمل على المتاع ومحتوياته مضافة إليه أشياء أخر .

٢ — لا يزال الأمر يحتاج الى تقسيم الثمار تقسيماً وافياً وإلى تسميتها على أنه يمكن تقسيم الثمار الى الطوائف الأربعة الآتية وفقاً لنوع نسيج الغلاف الثمرى والطريقة التي تُخلص بها البزور من الثمار :

(١) الثمار الجافة غير القابلة للتفتح (Indehiscent) — في هذه الثمار يكون الغلاف جافاً وخشيباً أو جلدي النسيج ولا ينشق أو يتفتح على امتداد أى خط معين وإنما تخلص البزرة منها بعد أن يبلى الغلاف الثمرى وبما أن الوقاية اللازمة للجنين ولخترن غذائه من مختلف التأثيرات المناخية ومن آذى الحيوانات يقوم بها الغلاف لصلابته فإن قصرة البزرة (Testa) ذاتها تكون رقيقة في هذه الثمار عادة .

وهاك أشيع صور الثمار الداخلة في هذا القسم :

(١) البندقة (Nut) — ثمرة ذات بذرة واحدة لها غلاف خشبي وهي متولدة من مبيض سفلى ملتحم (Syncarpous) مثال ذلك : البندق المعروف . وأثمار الفصيلة المركبة تسمى "سيپسلا" (Cypsela) وهي نوع من البندق ناشئ من مبيض سفلى ملتحم ذى قريبتين وغلافه رقيق ويشتمل على بذرة واحدة وكثيراً ما توجد فيه الكأس على شكل زعب أى وبر .

(ب) الفقيرة (Achene) — ثمرة ذات بذرة واحدة لها غلاف جلدي رقيق متولد من مبيض علوى سائب القربلات ، (Apocarpous) مثل : ثمرات الرانكيولوس "الشقيق" كشقائق النعمان والورد والشليك . وفي الورد تكون الفقيرات أو الثمار الصادقة محتواة في جوف التخت وهذا التخت عند نضجه يكون قرمزي اللون ناعماً أما في الشليك فإن التخت يكون عصيرياً والثمار الصادقة هي الفقيرات الصغيرة المرصعة عليه .

(ج) البرة (Caryopsis) — ثمرة عليا ذات بذرة واحدة وتشبه الأكين ولكن بدلا من أن تكون هذه البذرة خالصة كما في الأكين تكون ملتصقة مع الغلاف الثمرى ومن هذا النوع ثمار النجيليات . كالقمح والشعير والبقول .

(د) الثمر الجناحى أو "السمارة" (Samara) — تشبه الأكين ولكن يكون للغلاف فيها زوائد أشبه بالأجنحة . مثال ذلك : ثمرة الايلانثس (Ailanthus) .

(٢) الثمار المنشقة (Schizocarps) — هي ثمار جافة ملتصقة القربلات اذا نضجت قرايلها المتحدة انفصلت بعضها عن بعض ولكن لا تنثر بذورها كما هو الحال في الثمار القابلة للتفتح الآتى ذكرها وتسمى كل قربة على حدها "مريكارب" (Mericaip) ويشتمل المريكارب فى العادة على بذرة واحدة مضوية فيها .

ومن الأمثلة على ذلك ثمار الجزر والكمون والحلال وغيره من الفصيلة الخيمية .

(٣) الثمار الجافة القابلة للتفتح (Dehiscent) :

فى هذه الثمار ينفتح الغلاف الثمرى بطرق شتى وبذلك ينكشف داخل الثمرة وتنطلق البذور ولهذه البذور فى العادة قصرات سمكة لوقايتها . وأغلب الثمار الجافة الداخلة فى هذا القسم تشتمل على بذور كثيرة .

وأشيع أنواع الثمار الجافة القابلة للتفتح هى المذكورة بأوصافها فيما يلى :

(١) الثمرة الحوصلاء (Follicle) — هو ثمر علوى يشتمل على قربة واحدة تنفتح على امتداد "تدريز" أى لحام (Suture) واحد فقط وأغلب

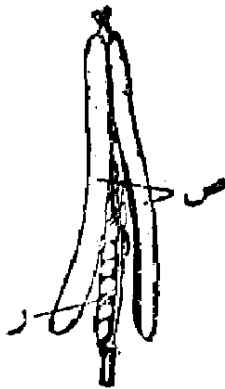
ما يكون هذا التدريز بطنيا . مثال ذلك : ثمرة الدلفينيوم (Dilphinium) واللبخ (شكل ٣٨) .



(شكل ٣٨)
الثمرة الجرابية لنبات
الكولمين (Columbine)
مبين فيها التفتح على استطالة
تدريز واحد .

(ب) الثمرة الباقلاء (Legume) — هو ثمر
علوى ذو قربة واحدة ولكنه يفتح على امتداد
التدريزين الظهري والبطني (شكل ٣٢) .
مثال ذلك : قرون الفاصولياء والفول .

(ج) الثمر الخردله (Siliqua) — (شكل ٣٩)
هي ثمرة مستطيلة علوية مكونة من قريبتين
متحدتين ويوجد في داخل الثمرة حاجز رقيق
كاذب يسمى ” الفاذز ” (Replum) يفصل
الثمرة الى غرفتين ومتى نضجت الثمرة تفتحت
القريبتان من أسفل فأعلى وبقيت البزور معلقة
بالمشيآت والحاجز. مثال ذلك : خردلات اللفت
والكرنب والمنثور .



(شكل ٣٩)
الثمر الخردلى من المنثور ظاهر
فيه طريقة تفتوره . ص = صمام
الثمرة ، ر = ريلوم أو المشيمة
التدريزية عليها البزور متصلة بها .

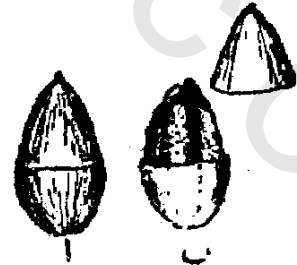
والثمر الخريدلة (Silicula) هي كالسابق إلا
أنها قصيرة وعريضة كما في ثمرة كيس الراعى

(د) ويطلق لفظ ” علبة ” إجمالاً على كل
أشكال الثمرات الملتحمة الجافة القابلة للتفتح إلا
ما سبق النص عنه وهذه الثمرات إما أن تكون
علوية أو سفلية وتشتمل في العادة على كثير من
البزور وطريقة التفتح ومقداره تختلفان في العادة

اختلافا كبيرا وأغلب ما يكون التفتح على استطالة الثمرة ولكنه يكون فى بعض الأحوال عرضيا وقد يمتد التفتح جزءا من المسافة على امتداد الثمرة وتبقى القربلات متحدة اتحادا جزئيا بعضها مع بعض وقد يمتد على طول العلبة جميعه وتصبح القربلات سائبة مفككة ويسقط بعضها عن بعض فاذا حصل الأمر الأخير وحصل الانفتاح على امتداد التدريز الظهري سمي التفتح "مسكنيا" (Loculicidal) ويسمى "حاجزيا" (Septicidal) اذا حصل التفتح على امتداد خط التحام القربلات .

وفى بعض الأحوال تسقط الأجزاء الخارجية من العلبة على شكل قطع متفرقة أو صمائم تاركة وراءها الفواصل أو حواجز الحدر متصلة بالعنق الزهرى ويسمى هذا النوع من التفتح "بالصمائم" (Septifragal) .

الفتح بالمسام — هذا النوع يرى فى علبة الخشخاش (Poppy) والتمر الحقي (Pyxidum) هو نوع من العلبة يكون فيه التفتح مستعرضا بحيث يسقط الجزء العلوى من القربلات على شكل قبة أو غطاء (شكل ٤٠) . مثال ذلك : ثمرة لسان الحمل (البلانتين) والأناجاليس (عين القط) .



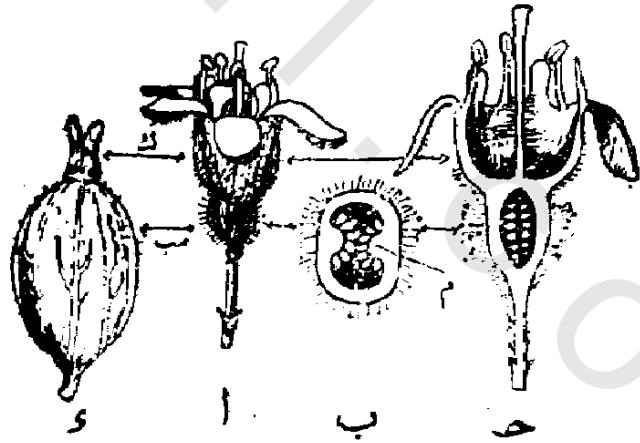
(شكل ٤٠)
تمرحق من لسان
الحمل . (١) مقفل .
(٢) مزال منه الجزء الأعلى
لاظهار البزور من تحته .

(٤) الثمار الطرية (Succulent) — غلاف الثمار الطرية أى اللحمية رخص عصيرى رطيب غالبا واذا نضج كان فى العادة ثخينا جدا وأشيع أنواع الثمار الطرية ما سيأتى بيانه :

(١) الحسلة (Drupe) — وهي ثمرة علوية لا تتفتح مكونة من قربة واحدة وبزرة واحدة أو اثنتين ويرى في الغلاف الثمرى وهو ناخب ثلاث طبقات ظاهرة الأولى طبقة رقيقة رفيعة تسمى الغلاف الثمرى الخارجى (Epicarp) والثانية طبقة رخصة ثخينة لحمية متوسطة تسمى الغلاف الثمرى المتوسط (Mesocarp) والثالثة طبقة صلبة تسمى الغلاف الثمرى الداخلى (Endocarp) أو ما يعرف "بنواة الثمرة". ولا يغرب عن الأذهان أن البزرة شئ والنواة شئ آخر وأن البزرة محتواة داخل النواة.

ثمار البرقوق والمشمش والخوخ واللوز كلها لوزات وكل قربة من قربلات زهرة التوت البرى المفردة تصبح لوزة وتسمى "لوزة" وعلى ذلك فالثمرة جميعها تكون ثمرة مركبة تشتمل على مجموع لوزات وثمرات الجوز هي نوع من اللوز لا تختلف عما ذكر إلا فى أنها حاصل خدر ملتحم فيه تنمو طبقة الغلاف الثمرى الداخلى (الاندوكارب) الى حواجز تمتد بغير انتظام فى الثقلات اللحمية من البزرة المفردة.

(ب) الثمر اللي
(Berry) — هو لحمى
لا يتفتح ؛ كلتا الطبقتين
المتوسطة والداخلة فيه
رخصة ولحمية وقد يكون الثمر
العنبى حاصل مبيض علوى
كما فى العنب والطماطم ويكون
فى بعض الأحيان سقليا كما
فى الخيار .



(شكل ٤١)

زهرة الجوسبرى (Gooseberry) وثمرته ١٠ =
الزهرة ؛ ك = أنبوبة الكأس ؛ م ب = مبيض صفلى ؛
ح = قطاع طولى من الزهرة ؛ ب = قطاع عرضى من
المبيض الصغير ؛ م = مشيمة متصلة بها بويضات ؛ د =
ثمرة نصف ناضجة .

والبلح هو ثمر لتي نواته بذرة حقيقية لا يصح الخلط بينها وبين نواة الثمر اللوزى .

(ج) والثمر التفاحى (Pome) — الذى من أمثله التفاح والكثرى هو ثمرة كاذبة (Pseudocarp) لحمية لا تتفتح ، متاعه أو ثمرته الصادقة مدفونة فى التخت وإذا نضجت الثمرة الكاذبة يكون الغلاف التابع لكل قريلة من قربلات المتاع جدارا داخليا كثيف القوام جلديا أو صلبا هو الغلاف الثمرى الداخلى . أما باقى الغلاف الثمرى فيكون فى بعض الأحوال لحميا وفى بعضها صلبا . ويحيط بهذه القربلات اللحمية ويتحد بها ذلك التخت الزهرى اللحمى الثخين وهو الذى يكون أهم جزء صالح للأكل من الثمرة التفاحية .

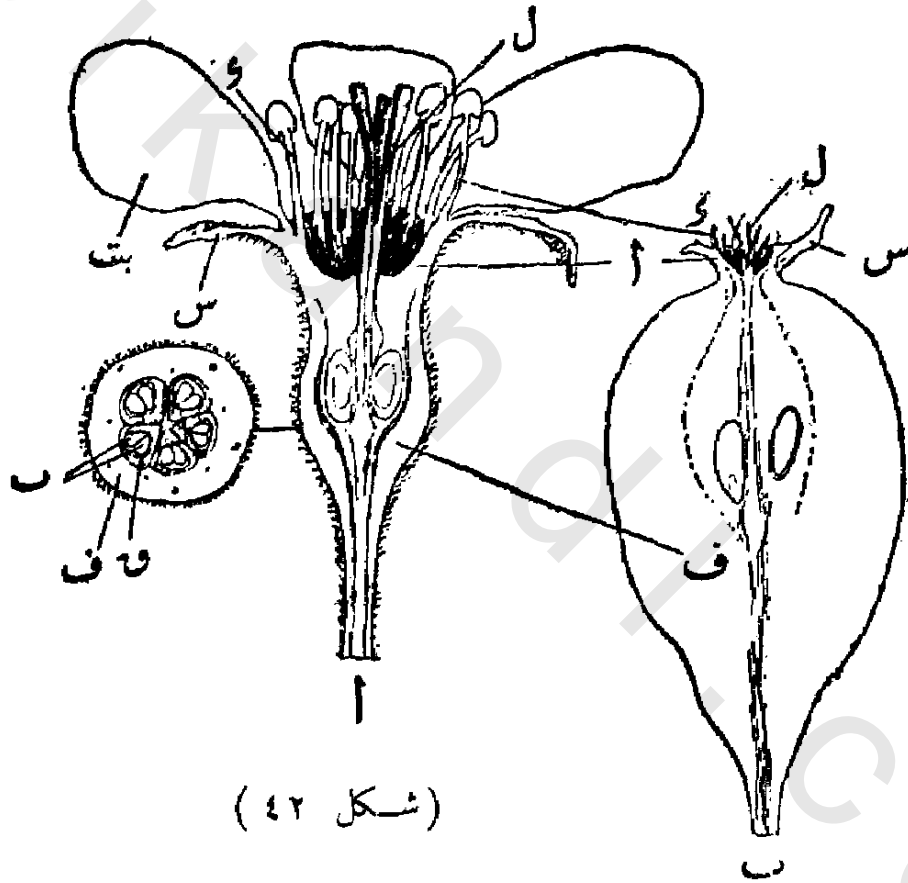
تج ٤٣ : على الطالب أن يراقب ترقى نمو الثمرات الشائعة من فواكه الحدائق من يوم ابتسام الأزهار الى نضج الثمرة . وليلاحظ ما يؤول اليه أمر التخت والكم والتويج والمأبر فى كل حالة وعليه أن يفحص أيضا ثمار جميع النباتات النافعة المزروعة فى الحقول وكذلك ثمار الأعشاب الشائعة وعليه أن يصف كلا منها وصفا دقيقا ويلاحظ هل هى :

- (١) جافة أم طرية .
- (٢) قابلة للتفتح أم غير قابلة ، وطريقة التفتح .
- (٣) نامية من خدرا بركبى أم سنكاربى .
- (٤) نامية من مبيض علوى أم سفلى .
- (٥) ذات خلية واحدة أم ذات كثير من الخلايا وعدد البزور الموجودة فى كل .

٣ — انتشار البزور (Dispersal of Seeds) فى بعض الأحوال تسقط البزور الناضجة أو الثمار المشتملة عليها على الأرض فى جوار أمها مباشرة على أنه سيتبين لك أن أكثر النباتات تدل على أنها مهياة لحصول انتشار بزورها الى مسافات طويلة أو قصيرة .

وأهم العوامل فى نقل البزور هى الريح والماء والحيوانات

ففى بعض الأحيان تكون أغلفة الثمرات بعد نضجها كاللوب فى مرونته فإذا جاء وقت التفتح ، تفتحت بشدة وتثرت بزورها فى كل الجهات الى مسافة أقدام عدة ، وقرنات كثير من البقول بعد نضجها كقرنات البازلاء والبقول والهندقوق تنثر حبيها بهذه الطريقة وتلتوى صمامات القرنات أو تلتف بغتة .



(شكل ٤٢)

(١) قطاع رأسى عرضى من زهرة كثرى . س = سبل ؛ ا = الأنوبة الكأسية من التخت ؛ ف = الجزء الأسفل من التخت ؛ ق = قربلات دفيئة فى ف ؛ ب = بيضات ؛ بت = بتل ؛ د = سداة ؛ ل = قلم . (ب) ثمرة كاذبة متكشفة من الزهرة ا .

والثمار التى تنثر بزورها بهذه القوى الفجائية الميكانيكية عند حصول التفتح تصادف فى الغالب فى كثير من أنواع الحجازى الافرنجية والخروع على أن

الرياح هى أهم العوامل القوية وأظهرها فى توزيع البزور . ولذلك يلاحظ كثير من التنوعات بين النباتات لحصول انتشار بزورها بهذه الوساطة .

ففى أنواع الحشخاش وغيره من النباتات تكون البزور من الصغر بحيث تطير فى الهواء الى مسافات بعيدة بمجرد خروجها من كبسولاتها وبعض البزور يكون ناعما أملس مستديرا فيسهل بذلك تدحرجها على الأرض وأغلب من ذلك ما يرى فى القنابات الملاصقة أو بعض أجزاء الزهرة أو الثمرة أو الحبة ، من التنوع بحيث تجعل للهواء من نفسها مسطحا أوسع وأخف حملا عليه فيصبح الجسم بذلك قابلا للتطاير .

وفى كثير من نباتات الفصيلة المركبة كنبات الجعضيض والجاراوندسل يرى الكأس نخصلة رقيقة من الشعر على شكل مظلة الطيران فتمنع سرعة سقوط الثمرة متى كانت محمولة فى الهواء حتى لتحمل ثمار مثل هذه النباتات فى نسيم معتدل الى مسافات طويلة قبل أن تسقط . والغلاف الزهرى فى كثير من أنواع الحميض يتكشف عن نتوءات أشبه بالأجنحة تحيط بالثمرة . ويوجد فى الايلانثوس وبعض نباتات الفصيلة الخيمية امتدادات جناحية كثيرة . وبعض هذه الثمار من الثقل بحيث تسقط عمودية على الأرض اذا هى أتيج لها ذلك . على أن سقوطها كذلك لا يكون إلا بعد ان تدور دورة مغزلية بطيئة فى الفضاء وهذه لا يمكن انتزاعها إلا برياح شديدة أو عاصفة وفى مثل هذه الأحوال يمكن أن تنتقل الى أمكنة قاصية وليس الأمر مقصورا على تنوع الأجزاء الظاهرة من الوعاء وغيرها من أجزاء الزهرة بحيث تلائم توزيع الرياح بل أن بزور كثير من الثمار القابلة للتفتح تبين عن أنها ملائمة لمثل هذا الغرض .

ففى الصفصاف والخور والقطن مثلا تكون القصرة مغطاة بشعرات حريرية طويلة خفيفة قابلة للتطاير ولكثير من البزور كبزور "الجا كارندا" (Jacaranda) و"المارينجا" (Maringa) حواف رقيقة غشائية النسيج أشبه شئ بالجنح .

وفى أكثر النجيليات تكون القنابات المحيطة بها بمثابة عوامل للطيران والنباتات المائية ثمار وبزور تشمل قناباتها على هواء يساعدها على العوم مسافة ما ومن أنواع البزور عدد كبير ينتشر على سطح الأرض بواسطة الحيوانات فانه يوجد على الغلاف الثمرى للجزر والبقدونس البرى (Hedge parsley) وغيره من نباتات الفصيلة الخيمية أجسام شوكية وخطافية الشكل وهذه تعلق بفراء الحيوانات أو صوفها أو ريشها وقد يحدث أن تزول هذه البزور عن الحيوانات عند الاحتكاك أو تسقط عن الحيوان فى مكان غير الذى علق فيه وبهذه الطريقة تنتقل البزور الى مسافات بعيدة وزد على ذلك أن عددا من الثمار اللحمية تستعملها حيوانات شتى طعاما لها ولا سيما الطير وبزور مثل هذه الثمار تمر فى المعدة والأمعاء دون أن يصيبها من ذلك ضرر . والحماية الضرورية للجنين من فعل السوائل الهضمية به فى جسم الحيوان مستمدة من صلابة أجزاء غلاف الثمرة أو غلاف البزرة هذا والأجزاء العصيرية التى تستميل الحيوان أو تجذبه من الثمار اللوزية والعنابية هى الوعاء ذاته أو جزء منه . أما فى الشليك والورد والتفاح والكراتيجس (Crataegus) فإن التخت هو الجزء الجذاب أو الذى يستميلها فى الاثمار . وفى الثمار ذات النواة والكراتيجس تحمى الطبقة الصلبة الداخلة من الوعاء كيان الجنين أثناء مرور البزرة فى أمعاء الحيوان وفى الثمار العنابية تقوم قصرة البزرة بهذا الأمر . أما فى الشليك وغيره فصلاية غلاف الثمار الفقيرة تحمى البزور .

ويلاحظ أنه إذا كانت البزور غير ناضجة وغير صالحة للانتثار كانت أجزاء الثمرة المستعملة غذاء، خضراء حمضية صلبة النسج في كل حال ولكن في وقت نضج البزور أو بعد ذلك مباشرة أى عند ما تكون مستعدة للتوزع تتغير أجزاء الثمرة فإذا هي ذات لون ظاهر وتصبح أطراً وأحلى مذاقاً. ويغلب أن تنشأ فيها رائحة طيبة خاصة بها .

نح ٤٤ : الحصى أثمار الأعشاب الشائعة وحاول أن تعرف كيفية انتشار البزور من كل منها .

نح ٤٥ : لاحظ عدد البزور والأثمار الملتصقة بصوف القنم ووبر الماعز ولاحظ أنواعها . واذكر وسائل الاتصال في الثمار .

نح ٤٦ : هات برهاناً على انتشار البزور بواسطة الطير .
الحصى زرق بعض طيور الغيط .





الجزء الثاني

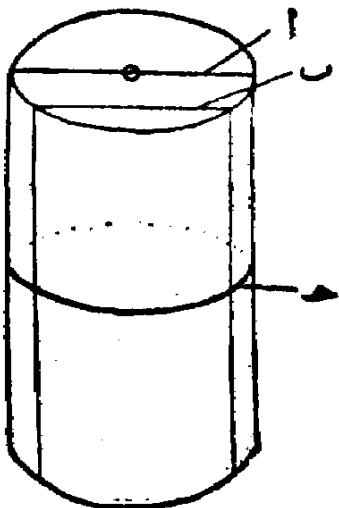
تشرح النبات

الفصل التاسع

الخلية النباتية - انقسام الخلية - الأنسجة

١ - قد عينا في الفصول السابقة بالخارج من كبرى معالم النباتات المزهرة والآن وجب أن ندرس الداخل الدقيق من بناء الجذر والساق والورقة والزهرة حتى يكن ادراك فسيولوجيا النبات أى العمل الذى يقوم به كل من هذه الأعضاء ادراكا حسنا .

٢ - يمكن معرفة النسيج الداخل من النبات أى بناءه الباطنى بواسطة شرائح تقطع بالموسى من شتى الأعضاء وفحص هذه الشرائح أو القطاعات كما يسمونها بالعين المجردة وبالمجهر (المكروسكوب) .

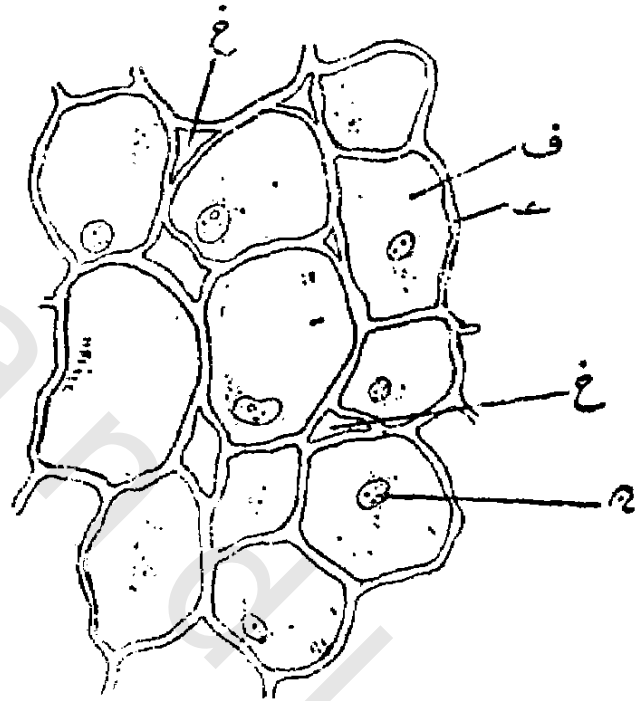


(شكل ٤٣)

ولادراك طبيعة الأجزاء الباطنة العديدة من أى عضو نباتى ادراكا تاما لا يكفى أن يفحص قطاع منه فى اتجاه واحد فقط بل يجب أن تعمل القطاعات فى اتجاهات عدة ولكن جرت العادة فيما يختص بالسوق والجذور وغيرهما من الأجزاء التى يزيد طولها عن عرضها أن تعمل القطاعات المبينة فى شكل (٤٣) فالقطاعات المعمولة بزاوية قائمة على المحور الأصى كما فى (ح) تسمى "قطاعات

عرضية“ وما قطعت موازية للمحور الأصيل تسمى ”قطاعات طولية“
ويضاف لها لفظ قطرى ومماسى تبعاً لمرور القطاعات بمركز الساق كما فى (أ)
أو عدم مرورها كما فى (ب) .

٣ - الخلية - اذا
فحص قطاع رقيق من لفحة
بواسطة المجهر يرى نوع
من البناء على شكل شبكة
كما فى (شكل ٤٤) . واذا
استمر فى فحص شرائح تقطع
فى جهات شتى رأى مثل
ذلك فى كل واحدة . منها
نستنتج أن مادة الملفت
مكونة من عدد لا عدله من
مقصورات صغيرة مكعبة
الشكل أو مستديرة تحيط
بها جدران رقيقة . هذه
المقصورات المقفلة تسمى



(شكل ٤٤)

خلايا من ”جذر“ اللفت الشحم ؛ ح = جدار
خلوى ؛ ف = تجويف خلوى ؛ د = نواة ؛
خ = خلال خلوية .

”خلايا“ (Cells) وأنها وان كانت تختلف أحجامها لا يمكن أن تبصرها العين
بغير آلة إذ هي ينسدر أن يكون قطرها أكبر من $\frac{1}{10}$ من البوصة بل يغلب
أن يكون $\frac{1}{100}$ منها .

والخلية التامة النمو (ح . شكل ٤٥) اذا أخذت من جوار طرف
الجذر أو الساق ونظر إليها وجدت تشتمل على ما يلى :

- (١) غشاء رقيق مقفل (s) يسمى "جدار الخلية" (Cell-wall) .
 (٢) بطانة متواصلة (س) من مادة تعرف بمادة البروتوبلاسم (Protoplasm) أو المادة الأولية .

- (٣) فراغ مركزي (ف) يسمى "الفجوة" (Vacuole) يظهر للعين أنه خال والحقيقة أنه ملآن بسائل مائي يسمى "العصير الخلوي" (Cell-sap)

١ - جدار الخلية مكون من مادة صلبة غير حية مرنة القوام شفافة تعرف عند الكيماويين "بالسلولوز" وتقوم مقام غطاء واق للمادة الأولى أي "البروتوبلاسم" وهي المادة التي تصنع هذا الجدار .

٢ - البروتوبلاسم هو أهم جزء في الخلية وهو مادة لزجة هلامية تشتمل على مقدار عظيم من الماء . أما طبيعتها الكيماوية فغير مدركة . ولكن يظهر أن في داخلها مزيجاً مختلطاً من المركبات البروتينية وهي المادة المرتبطة مباشرة بتلك الظاهرة الخاصة الذي نسميها "حياة" واليها ترجع عملية التنفس وكل التغيرات الكيماوية العجيبة التي تتضمنها عملية "التمثيل" والتغذية على وجه الإجمال وكذلك قدرة النمو والتناسل التي في الكائنات الحية من النبات والحيوان على السواء .

وعليه فحينما وجدت الحياة وجد البروتوبلاسم ومعنى الموت تحلل هذه المادة وتلفها .

في كثير من الخلايا يكون للبروتوبلاسم حركة خاصة ذاتية أي من تلقاء نفسه وفي بعض الأحوال يسيل في وجهة واحدة في تيار لا ينقطع حول الخلية من الداخل مرة بعد أخرى وفي غير ذلك تسير تيارات البروتوبلاسم في وجهات مختلفة .

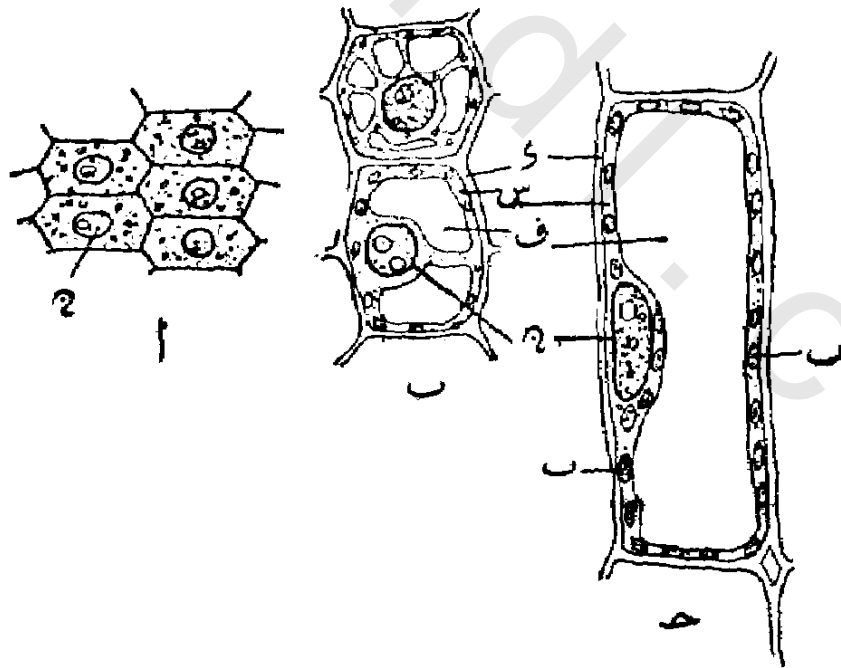
من شكل (٤٥) يتبين أن بروتوبلاسم الخلية غير متجانس ولكنه يشمل على الأجزاء الآتية :

(١) جزء كثيف مستدير أو بيضى الشكل (د) يسمى "نواة الخلية" .

(ب) عديد من أجسام صغيرة (ب) تسمى "بلاستيدات" (Plastids) أو "كروماتوفورات" (Chromatophores) .

(ج) مادة حبيبية دقيقة زائدة السيولة تسمى "بلازما الخلية" (Cell-plasm) أو (Cytoplasm) مغمورة فيها النواة والبلاستيدات .

في الخلايا الصغيرة السن جدا (١ . شكل ٤٥) يملأ البروتوبلاسم تجويف الخلية كله . أما الفجوات ، فلا تظهر إلا بعد نمو الخلية وفي أغلب الخلايا



(شكل ٤٥)

(١) خلية صغيرة السن جدا مأخوذة من قرب طرف الجذر . (ب) خليتان أكبر منها . (ج) خلية مفردة كاملة النمو . (د) جدار خلوى ؛ م = سيتوبلازم ؛ د = نواة ؛ ب = بلاستيدات ؛ ف = مجويف (مكبرة ٢٥٠ قطرا) .

الحية من النباتات الراقية لا يوجد في الخلية إلا نواة واحدة ولكن يغلب في بعض الخلايا الطويلة وجود عدة نوى .

وتنشأ النواة من انقسام نواة وجدت قبلها أما وظيفة النواة فليست مدركة تمام الإدراك ولكن الخلايا التي تتزع منها نواها بالطرق الصناعية تموت على الفور . وبما أن الجزء الجوهرى من عملية الإخصاب الجنسى ، إنما هو اتحاد اثنين من النوى فانهم يظنون أن النوى حوامل للصفات الوراثية في الأم التي منها جاءت بطريق الانقسام .

وزد على ذلك أن النواة تلوح في انقسام الخلية الذى يحدث منه تكاثر الخلايا كأنما تبدأ عملية الانقسام وتنضبطها .

والبطانة الرقيقة من بلازما الخلية أو مما يسمى ”بسيئوبلازم — بريمورديال يوتريكال“ كما تسمى أحيانا تضبط مرور المواد السائلة من العصارة الخلوية التي تملأ الفجوة واليها .

والبلاستيدات أجسام صغيرة من البروتوبلاسم تشبه النوى في كثافتها والمعروف من هذه البلاستيدات ثلاثة أنواع هي :

- (أ) بلاستيدات خضيرية أوكلورية (Chloroplasts)
- (ب) بلاستيدات لونية أوأوكرومية (Chromoplasts)
- (ج) بلاستيدات عديمة اللون أوليوكية (Leucoplasts)

وتنشأ هذه جميعها من بلاستيدات كانت موجودة من قبل بواسطة الانقسام وهي كالنواة لا يمكن أن توجد إلا من موجود من نوعها .

فالبلاستيدات الكلورية وتسمى أحيانا ”بمحببات المادة الملونة الخضيرية“ (الكلوروفيلية) خضراء لتشبع مادتها من مادة ملونة خضراء تعرف

في الافرنجية "بالكلوروفيل" (Chlorophyll) ويعزى الى وجودها في الخلايا اخضرار كل الأجزاء الخضراء من النباتات . والى جهدها تعزى تلك العملية المهمة المعروفة "بالتمثيل" (فصل ١٥) .

وباللاستيدات الكرومية التى يغلب وجودها في خلايا الأزهار والفواكه صفراء اللون أو حمراؤه بدلا من أن تكون خضراؤها وعلى ذلك فالأجزاء التى توجد فيها هذه البلاستيدات تصبح بها ظاهرة لأعين الطير والحشرات جذابة لها .

وباللاستيدات اللبوكية هى حبيبات لالون لها وتشاهد في خلايا الجذور والدرنات وغير ذلك من الأجزاء الأرضية من النباتات ولهذه البلاستيدات قوة تكوين حبوب النشا من السكر .

وهذه البلاستيدات الثلاث قابلة للتحوّل بعضها الى بعض فالبلاستيدات الكلورية الخضراء في الثمار الفجة تنقلب في العادة حبيبات كرومية اذا تم نضج الثمرة واذا عرضت الحبيبات اللوكية من درنة البطاطس للضوء أصبحت خضراء .

٣ — العصارة الخلوية التى تملأ بفجوات الخلية تشتمل على ماء ذائب فيه عديد من أنواع المواد . ففي خلايا البنجر كما في كثير من الأثمار والأزهار والأوراق تشتمل العصارة الخلوية على مادة أرجوانية ضاربة الى الحمرة على أن العصارة في الغالب عديمة اللون . وهى في العادة حمضية ولكن طبيعة المركبات الموجودة فيها ومقدارها يختلفان أحيانا من خلية لخلية في الأجزاء المختلفة من نفس النبات . وفي العادة توجد فيها حواصل شتى ناشئة من عمل البروتوبلاسم كأنواع السكر والبروتينات الذائبة والأحماض والأملاح العضوية وكذا الأزوتات (النترات) والكبريتات والفوسفات وغير ذلك من المركبات غير العضوية الممتصة من التربة .

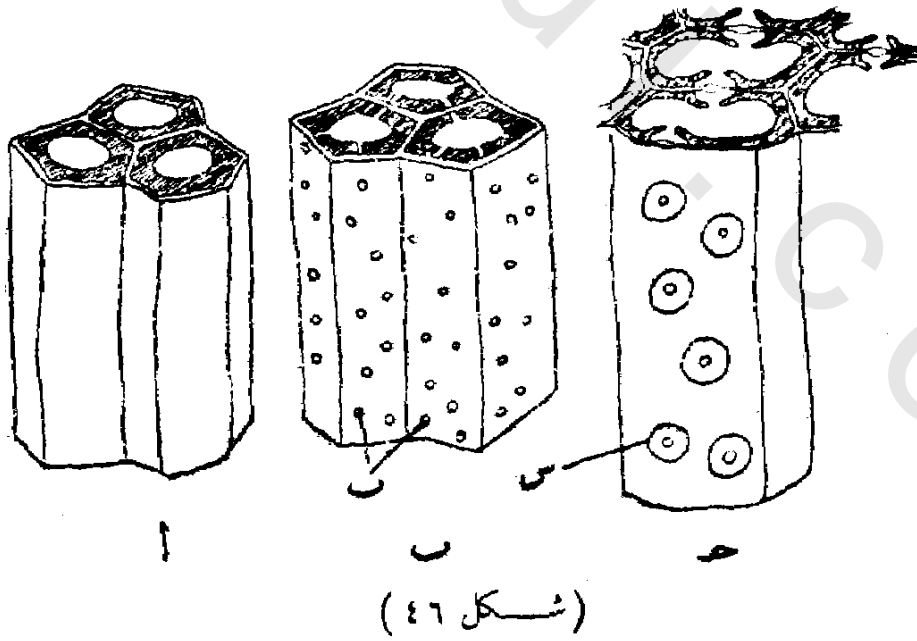
ويعزى غالب الطعم الخاص الذي للفواكه والخضراوات التي تأكلها إلى المادة الذائبة في عصارة خلاياها . أما البوتورسم والجدار الخلوي فلا طعم لهما .

٤ — ان خلايا جسم النبات في زمن تكونها عند النقط النامية من الجذر والساق تكون بحجم واحد تقريبا وتكون مكعبة الشكل أو متعددة الأضلاع ثم تزداد في الحجم بعد ذلك بسرعة وتصبح متنوعة في شكلها وفي بنيتها تنوعات شتى تبعا للوظائف الخاصة التي عليها نأديتها في الأعضاء البالغة من النبات .

وإذا نما جدار الخلية أثناء مدة النمو في كل الجهات على السواء في الشكل التكبي أو متعدد الأضلاع على ما كان عليه مع أن أغلب ما يكون النمو غير منتظم فتكون الخلايا على أشكال عديدة سيذكر أهمها عند الكلام عن أعضاء النبات الذي توجد فيه .

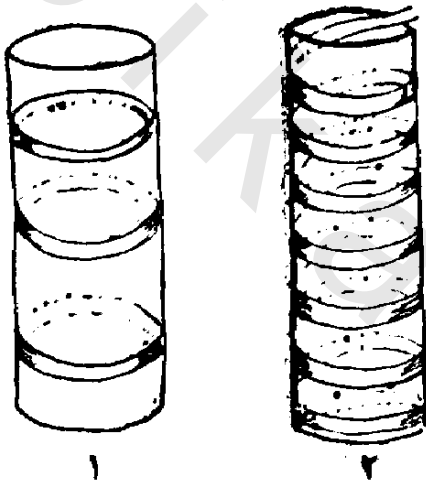
ومن الخلايا عدد كثير جدًا تفقد محتوياته البروتوبلاسمية بعد مدة قصيرة ولا يبقى الا جدار الخلية وفراغها وهذا الفراغ يكون في العادة مملوءا بالهواء . ويطلق في العرف على هذه البيوت الفارغة اسم "الخلية" على أنه لو استعمل لذلك لفظ آخر لكان أوفق وأليق في بعض الأحيان تكون جدران الخلايا رقيقة ولكن يغلب أن تصبح سميكة قبل أن تفقد الخلية مادتها البروتوبلاسمية بتماما . وهذه الجدران الخلوية السميكة تمتد الأجسام التي تحتويها بالصلابة والقوة وتكون بمثابة حامل ميكانيكي للأجزاء الغضة من النبات وتأقي الغلاظة المذكورة من تراكم طبقات متتابعة من نوع من السلولوز على السطح الداخل من جدار الخلية . وفي بعض الأحيان تتراكم الطبقات بالنظام حول الباطن

جميعه كما فى (١ . شكل ٤٦) ولكن الغالب أن تستمر زيادة الغلظ عند بعض النقط بسرعة أكثر منها عند البعض الآخر وفى بعض الأحوال تبقى بعض اجزاء من جدار الخلية كما هى بدون تغيير فتبدو هذه القطع الرقيقة كأنها بقع لامعة اذا فحص منظر سطح الخلية وهذه تسمى "نقرا" (Pits) وفى النقر البسيطة (ب) يكون الفراغ الذى لم يسمك أسطوانيا تقريبا واذا انظر الى طرفه كان الطرف مستديرا أو بيضيا (ح) والفراغ المتروك بلاغلاظة فى نقرة مضفوفة يكون على شكل القمع ويبدو فى منظره السطحى كأنى هو دائرتان متحدتا المركز أو هليلجية . والنقر الموجودة فى جدار خلية تكون فى العادة بازاء النقرة فى جدار الخلية المجاورة بالدقة وتكون بمثابة واسطة للاتصال بين الخليتين . ومن الشائع جدا حدوث الثخانة على شكل لولبي أو حلقي ، أى أسرطة على شكل أساور .



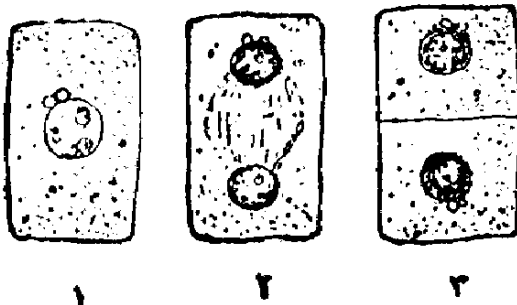
رسم بياق لجدار خلية غليظ ؛ (ا) جدار مستظم الثخانة . (ب) جدار ذو نقر (ب) بسيطة .
(ح) جدار ذو نقر (س) مضفوفة .

٥ — انقسام الخلايا — تواصل البروتوبلاسم . بامتداد الساق والجذر وتوليد أعضاء جديدة عند نقط النمو من النباتات العادية الخضراء تحدث زيادة كبرى في عدد الخلايا وهذه الزيادة ناشئة عن انقسام خلايا موجودة من قبل كل منها ناشئ عن انقسام خلية واحدة هي الخلية المخضبة من البيضة وتسمى بالزيجوت.



(شكل ٤٧)

قطع من الأوعية ظاهرياً : (١) الثخانة الخلوية . (٢) الثخانة الأولية في خلاياها .



(شكل ٤٨)

- (١) خلية صغيرة قبل انقسامها الخلوي .
- (٢) الخلية بعينها بعد انقسام النواة .
- (٣) تمام الانقسام الخلوي (مكبرة ٥٠٠ قطر) .

وأثناء عملية انقسام الخلية عند نقطة النمو من الفرخ أو الجذر تنقسم النواة أولاً الى نصفين متشابهين كل التشابه بطريقة معقدة لا يمكن البحث فيها ههنا وهذان النصفان أو هاتان النواتان الشقيتان تنتجيان بعد ذلك بعضهما عن بعض مسافة قصيرة داخل الخلية المنقسمة وينشأ جدار خلوي جديد بينهما . وهذا الجدار الجديد يسمى السيتوبلازم قسمين ظاهرين ويكون دائماً على زاوية قائمة مع خط مستقيم مرسوم من إحدى النواتين الى الأخرى (شكل ٤٨) ومن فحص الخلايا ومحتوياتها فحصاً عادياً يمكن أن يستنتج أن المادة الحية من خلية النبات المراد فحصه مثلاً ، محجوزة وممنوعة من الاتصال بجاراتها من

الخلايا حجرا تاما على أن الابحاث الجديدة قد دلت على أن بروتوبلاسم الخلية فى عدة من الأحوال متصل ببروتوبلاسم الخلايا الملاصقة بواسطة خيوط بروتوبلاسمية دقيقة جد الدقة وهذه تتر من مسام ضيقة جدا فى جدران الخلايا وربما كان البروتوبلاسم متواصلا فى الكائن الحى جميعه .

وفى بعض الأحوال كما فى الكيس الجنينى (Embryo-sac) من البيضة يستمر الانقسام فى النواة وما يصحبها من السيتوبلازم مدة ما دون أن تتكون جدران خلوية لكل خلية عقب كل انقسام مباشرة .

على أنه لا بد أن يصبح بروتوبلازم الخلايا النباتية محصورا بين جدران خلوية عاجلا أو آجلا .

٦ - الأنسجة - يشتمل جسم النبات على ما لا عدله من الخلايا على اختلاف أشكالها وأنواعها ولا تكون هذه الخلايا المختلفة موزعة بطريقة منتظمة خلال النبات بل تكون مجمعة بعضها الى بعض على شكل أشرطة أو ألواح أو كتل اسطوانية وتسمى هذه المجتمعات من الخلايا "أنسجة" (Tissues) ويمكن تقسيم هذه الأنسجة عدة أقسام وفاق ما اذا نظرنا اليها من حيث أصلها أو بنيتها أو وظيفتها . فالنسيج الذى يشتمل على خلايا حية ذات جدران رقيقة وتكون هذه الخلايا جينية وقادرة على الانقسام يسمى "المرستم" (Meristem) أى النسيج المكون . أما الأنسجة البالغة التى وصلت الى تمام نموها فتسمى "مستديمة" (Permanent) .

واذا نظرنا الى الأنسجة من حيث شكل الخلايا المكونة لها تميز من الأنسجة نوعان : (١) البارنشيمة (Parenchyma) و (٢) البروزنشيمة (Prosenchyma).

ولا يمكن التمييز بين هذين النوعين تمييزاً دقيقاً ولكن الأول يشتمل في العادة على خلايا متساوية الطول والعرض والسماك تقريبا وتصل كل خلية منه بجاراتها بأطراف وجوانب عريضة منبسطة .

وبالرغم من أن الخلايا في الأنسجة الحديثة العهد بالتكوين (المريستيمية) تكون متصلة تمام الاتصال بعضها ببعض عند كل نقط سطحها فإن جدران الخلايا المتجاورة في البارنشيمية المستديمة تنفصل بعضها عن بعض في الزوايا وبذلك تحدث مسافات بين الخلايا تسمى "الخلال الخلوية" (Intercellular Spaces) غ . (شكل ٤٤) . وتكون مملوءة بالهواء في العادة غير أنه يحسن أن ننبه هنا الى أن هذه الخلال الخلوية تحدث في بعض الأحوال من جفاف ككل الخلايا أو تمام انقفاها وفي هذه الحالة يمتلئ الفراغ المتروك بين الخلايا بالصمغ والزيوت والراتينجات وغير ذلك من الحواصل البرازية .

وخلايا نسيج البروزنشيمية طويلة ومدببة عند طرفيها وفضلا عن ذلك فإن الأطراف تمتد على شكل ذنب الحمامة بين الخلايا ويلتحم بعضها ببعض فلا تتكون خلال بين الخلايا .

والأنسجة البروزنشيمية والبارنشيمية التي تكون جدران خلاياها غليظة صلبة يطلق عليها لفظ "اسكلارانشيمية" (Sclerenchyma) .

تج ٤٧ : خذ إحدى الأوراق الشحمة الباطنة من بصلة بصلية وبعد أن تحز في سطحها حزا غير عميق بسكين حادة انتزع من جلدها قطعة صغيرة وضع هذه القطعة في محلول مادة الأيوسين أو الحبر الأحمر بضع دقائق ثم اغسلها وثبتها في نقطة من الماء على لوحة زجاجية واغصها بالشبيبة الضعيفة من مجهر (ميكروسكوب) ثم بالشبيبة القوية . ثم انظر ولاحظ واعمل رسوما من الخلايا وجدرانها ونواها المنصغ والبروتوبلازم والفجوات .

تج ٤٨ : اقطع شرائح رقيقة جدا من اللفت بموسى حادة واغصها بالطريقة السابقة ولاحظ الخلال الخلوية واقطع شرائح مثلها من البنجر الماتون واغصها بدون صبغ ولاحظ لون العصارة الخلوية .

تج ٤٩ : الخوص قطاعات من نخاع السمبوكوس ولاحظ شكل الخلايا المينة ومجموعها وكذلك غلط الجدران فيها وآثارها .

تج ٥٠ : هي قطاعات عرضية وطولية من خشب عود ثقاب ولاحظ غلاظة الجدران الخلوية وآثارها والخوص بالطريقة ذاتها قطعاً أخرى من الأخشاب المتداولة .

تج ٥١ : اقطع شرائح رقيقة من الاوراق أو أى جزء أخضر من النبات والخوص الخلايا ولاحظ أن الاخضر ليس مسبباً عن اخضرار العصارة الخلوية بل عن وجود بلاستيدات كوروية صغيرة عديدة خضراء .

الفصل العاشر

تشرح الساق والجذر والورقة

نريد في هذا الفصل أن نتناول بالبحث أنواع الانسجة العادية في مختلف أعضاء النبات من حيث ترتيبها العام وصفتها النباتية ونذكر عرضاً فوائدها في تدبير النبات . فأما شرح العمليات الفيسيولوجية فانا تاركوها الى ما يأتى من الفصول .

الساق

١ - السوق العشبية من ذوات الفلقتين .

يشتمل جزء عظيم من السوق العشبية من ذوات الفلقتين على نسيج شحم طرى مطمورة فيه عدة من أشربة (Strands) نجيلية صلبة القوام ليفية تسمى "الحزم الوعائية" (Vascular Bundles) وهذه تعطى للساق صلابة ولكن وظيفتها الكبرى ايصال العصارة الى أجزاء النبات كافة .

تج ٤٩ : الخوص قطاعات من نخاع السمبوكوس ولاحظ شكل الخلايا المينة ومجموعها وكذلك غلط الجدران فيها وآثارها .

تج ٥٠ : هي قطاعات عرضية وطولية من خشب عود ثقاب ولاحظ غلاظة الجدران الخلوية وآثارها والخوص بالطريقة ذاتها قطعاً أخرى من الأخشاب المتداولة .

تج ٥١ : اقطع شرائح رقيقة من الاوراق أو أى جزء أخضر من النبات والخوص الخلايا ولاحظ أن الاخضر ليس مسبباً عن اخضرار العصارة الخلوية بل عن وجود بلاستيدات كوروية صغيرة عديدة خضراء .

الفصل العاشر

تشرح الساق والجذر والورقة

نريد في هذا الفصل أن نتناول بالبحث أنواع الانسجة العادية في مختلف أعضاء النبات من حيث ترتيبها العام وصفتها النباتية ونذكر عرضاً فوائدها في تدبير النبات . فأما شرح العمليات الفيسيولوجية فانا تاركوها الى ما يأتى من الفصول .

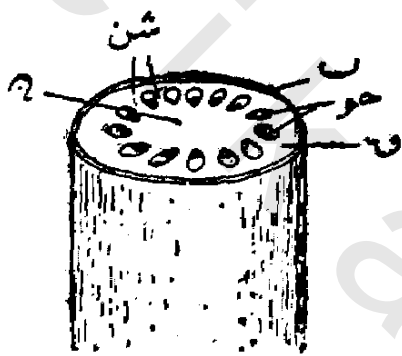
الساق

١ - السوق العشبية من ذوات الفلقتين .

يشتمل جزء عظيم من السوق العشبية من ذوات الفلقتين على نسيج شحم طرى مطمورة فيه عدة من أشربة (Strands) نجيلية صلبة القوام ليفية تسمى "الحزم الوعائية" (Vascular Bundles) وهذه تعطى للساق صلابة ولكن وظيفتها الكبرى ايصال العصارة الى أجزاء النبات كافة .

ويغطي سطح الساق نسيج رقيق من الخلايا يسمى "البشرة" أو "الايپيدرم" (Epiderm) ويطلق على باقى الأنسجة أى على الكل ما عدا البشرة والحزم الوعائية اسم "النسيج الأساسى" (Ground Tissue).

فى القطاع العرضى من الساق ترى الحزم الوعائية جنبا لجنب على خط دائرى



(شكل ٤٩)

رسم يبانى يرى توزيع الأنسجة المهمة فى ساق ذات فلقين ؛ ب = بشرة ؛ حو = حزم وعائية ؛ ق = قشرة ؛ ن = نخاع ؛ ش = أشعة نخاعية .

(شكل ٤٩) وذلك الجزء من النسيج الأساسى الذى تحتويه حلقة الحزم الوعائية يقال له "النخاع" (Pith) (ن) والجزء الكائن خارج الحلقة المذكورة يسمى "القشرة" (Cortex) (ق) أما الأشربة الصغيرة الضيقة الجارية على استقامة نصف القطرين الحزم وتصل القشرة بالنخاع فتسمى "بالأشعة النخاعية" (ش) (Medullary Rays).

ويتكوّن من الحزم الوعائية والأشعة النخاعية والنخاع كتلة اسطوانية من الأنسجة تعرف "بالأسطوانة الوعائية" (Vascular Cylinder) أو العمود وهذه تمتدّ فى النبات من طرف الساق الى النقطة النامية من الجذر .

(١) البشرة — نسيج سمكه فى العادة خلية واحدة وهى بمثابة كساء واق للنبات تمنع سرعة فقدان الماء منه . وكذلك تحمى الخلايا الداخلة من الأضرار المسببة عن المطر والبرد والصقيع والحشرات وخلايا هذه البشرة أنبوبية منبسطة مرصوفة بعضها الى جانب بعض وصفا محكما إلا حيث توجد المنافذ المسماة "الثغور" (Stomata) وبما أن هذه الثغور توجد

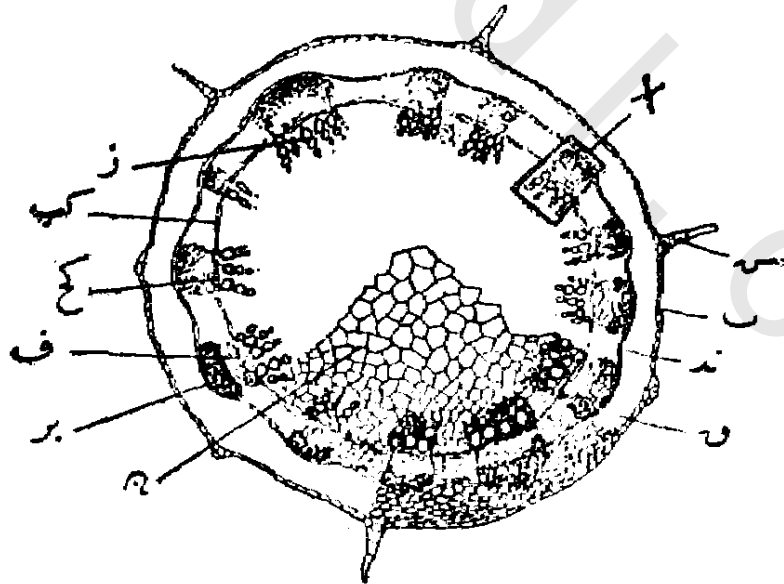
بكثرة على بشرة الورق فان البحث فى تركيبها مؤجل الى صفحة (١٢٦)
 وفى العادة يكون الجدار الخارجى من البشرة أسمك من الجدران الجانبية والجدار
 الداخلى وهى ثلاث طبقات تسمى الطبقة الخارجة المعرضة للجو "بالأديم"
 (Cuticle) والأديم يتكون من مادة تسمى "الكيوتوز" يستعصى فيها مرور
 المياه وهى جسم ثابت جدًا قابل لمقاومة تأثير المحلات الشتى التى تذيب
 السلولوز . ويرى على أديم السوق والاوراق من نبات الكرنب وقصب السكر
 وأنواع كثيرة من الغلال والنجيليات الأخرى وكذلك على ثمار الأعناب
 والبرقوق طبقة رمادية اللون هى نتيجة افراز الخلايا البشرة ويشتمل
 على جزئيات من الشمع إما مستديرة الشكل أو مستقيمة على شكل قضيب
 وإما حشفية .

وسطوح مختلف أجزاء النبات المغطاة بهذه الطبقة الشمعية تفقد من الماء
 أقل مما تفقده الأجزاء التى أزيلت عنها بالحك ويظهر أن هذه الطبقة
 الشمعية هى كوقاية جزئية من غشيان الفطريات والحشرات وتشتمل خلايا
 البشرة على المعتاد من المحتويات الخلوية (Cell contents) إلا البلاستيدات
 الخضرية فانها فى العادة مفقودة وهذه الخلايا تكون ملأى بالعصارة بصفة
 خاصة وهذه العصارة تكون دائماً قرنفلية اللون أو حمراء أو قرمزية بفعل
 مادة يظهر أنها تبقى خلايا القشرة شر الضوء المفرط وفى بعض النباتات (ان لم
 تقل كلها) تكون العصارة فى خلايا البشرة بمثابة مخزن للماء تستمد منه الخلايا
 الباطنة من الساق عند الحاجة .

ولا يخفى أن سطوح السوق وغيرها من أجزاء النباتات تكون مغطاة
 فى الغالب بشعر وهذا الشعر منسوب الى البشرة وكل شعرة فى أبسط أشكالها

ليست سوى خلية بسيطة نمت أطول من جاراتها على أن بعض الشعر هو امتدادات عديدة الخلايا من البشرة ش . (شكل ٥٠) وقد يكون على أشكال عدة كما هو الحال في الشعرة الواحدة الخلية .

والشعر يكون خشن الملمس أحيانا ويكون بمثابة واسطة للدفاع ضد الحشرات وضد الحيوانات على وجه الأجمال ومن وظائفه أن يكون كوقاء يمنع سرعة خروج الماء من النبات ويكون أشبه شئ بحائل دون شدة ضوء الشمس . والشعر في سوق النباتات الصبية وفي براعمها يحمي الأجزاء الغضة من الأضرار والصقيع وبعض الشعر يكون بمثابة آلات مفرزة ، ولذلك تسمى "غدد" (Glands) تفرز مركبات زيتية وراتنجية لها — كما في النعنع



(شكل ٥٠)

قطاع عرضي من ساق عباد الشمس (مكبرة مائتي أقطار) X جزء يشمل حزمة وعائية
 ب = بشر ؛ ش = شعر ؛ ق = قشرة ؛ ند = اندودرم ؛ ز = زيلم ؛ ف =
 فلويم ؛ كح = كامبيوم حزمي ؛ كب = كامبيوم بنفي حزمي ؛ بر = الباف بريسيكلية ؛ ن
 = نخاع .

وحشيشة الدينار وغيرهما من النباتات — رائحة خاصة . وكثير من هذه الحواصل المفروزة من مثل هذا الشعر يكون لزجا يمنع مثل النمل من الحشرات من تسلق الساق والوصول الى عسل الزهرة أو الرحيق .

(٢) القشرة (Cortex) — قشرة الساق ممتدة من البشرة الى الاسطوانة الوعائية ويشتمل جزء عظيم منها على خلايا بارنشيمية حية تشتمل على بلاستيدات خضيرية كثيرة وخلايا الجزء الواقع تحت البشرة مباشرة تكون جدرانها فى الغالب ثخينة فى أركانها وتكون مايسمى ”بالنسيج الكولنشيمى“ (Collenchymatous) ووظيفة هذا النسيج تقوية البشرة وإمداد الساق جميعها بالمئات . والطبقة الأخيرة من خلايا باطن القشرة تكون غمدا مستمرا محيطة بالاسطوانة الوعائية ويسمى ”الاندودرم“ (Endoderm.) أو ”البشرة الداخلية“ (ند . شكل ٥٠) وليست خلاياها مبيانة لجاراتها من الخلايا المجاورة لها مبيانة كثيرة ولكنها تشتمل فى العادة على كثير من الحبيبات النشوية تجعلها واضحة فى قطاعات بعض السوق .

(٣) الاسطوانة الوعائية أو العمد — تشتمل على كل الأنسجة الواقعة داخل الاندودرم وهى الحزم الوعائية الآتى وصفها والتخاع والأشعة النخاعية (شكل ٥٠) وتعرف الطبقة الخارجية المجاورة للاندودرم مباشرة ”بالپريسكل“ (Pericycle) أو ”الطبقة المحيطة“ وقد تشتمل هذه على طبقة واحدة من الخلايا أو أكثر وفى بعض السوق تكون خلايا ”الپريسكل“ رقيقة الجدر ومنها تنشأ أغلب الجذور والفراخ العرضية .

والأشعة النخاعية مكونة من خلايا بارنشيمية رقيقة الجدران وتحفظ خلايا الأشعة النخاعية محتوياتها الحية مدة طويلة ولكن خلايا التخاع لا تعيش إلا مدة قصيرة .

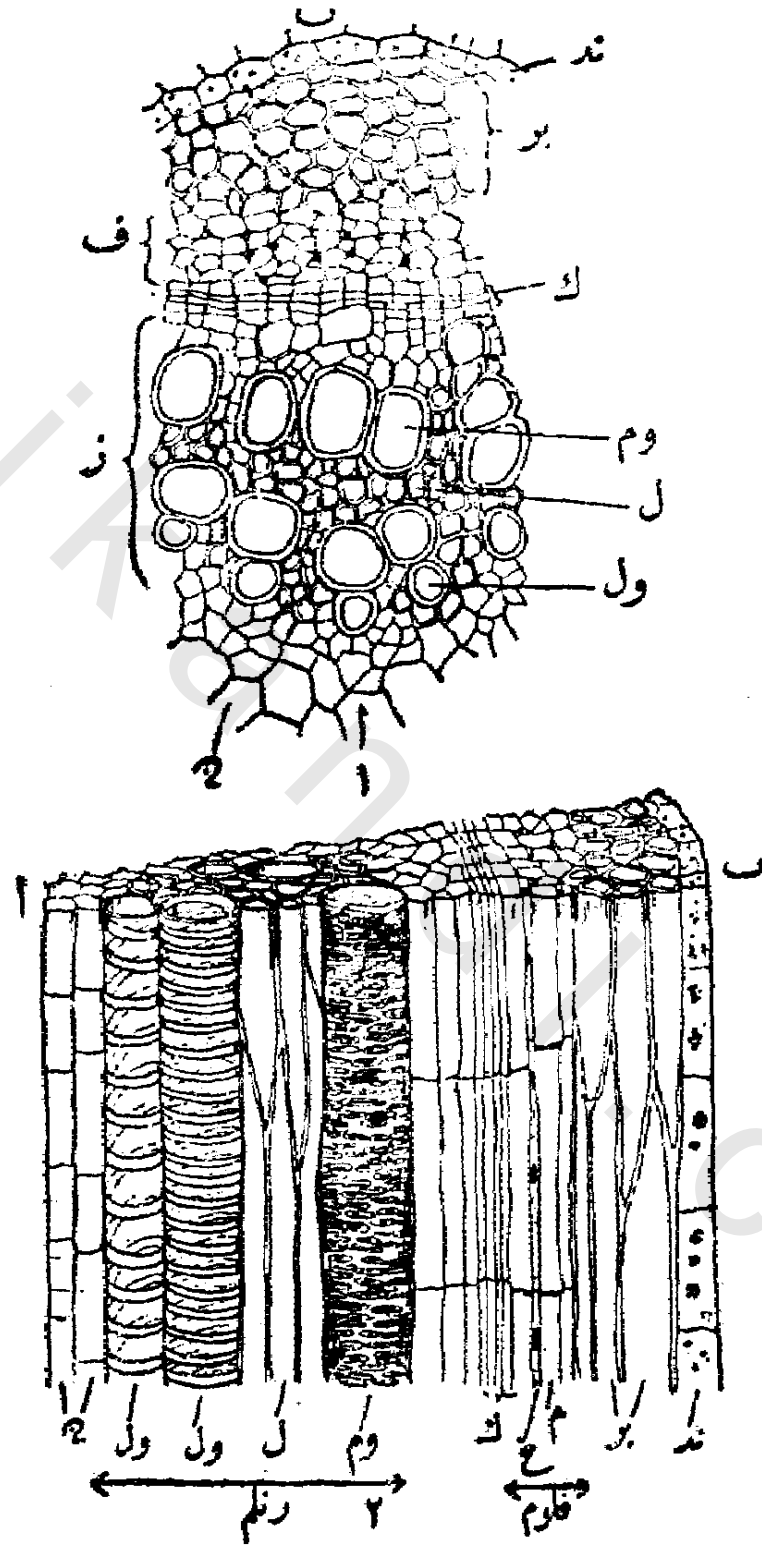
وإذا انتخبنا حزمة وعائية واحدة في سلامية أى نبات ذى فلتين وتتبعنا سيرهما الى أعلى نجد أنها تخرج من الاسطوانة الوعائية مارة بالقشرة الى الأوراق حيث لتفرع وتكون العروق وتسمى مثل هذه الحزم الوعائية المشتركة بين الساق والورق "بالحزم المشتركة" ويسمى جزؤها الموجود فى الساق "بذريها الورقى" (Leaf-trace) وقد تدخل حزمة أو أكثر من كل ورقة الى الساق وإذا اتبع سيرها الى أسفل وجد أن نزولها عمودى من سلامية أو أكثر ثم تتحد فى النهاية بالحزم التى دخلت الساق من الأوراق التى هى أكبر منها عمرا والتى هى موجودة تحتها والحزم فى نزولها تكون كلها على مسافة واحدة من المركز ولذلك فإنها اذا نظرت فى قطاع عرضى تظهر مرتبة على شكل دائرى .

وهناك اختلاف كبير فى طريقة تفرع الحزم واتحادها فى النباتات المختلفة وفى مقدار هذا التفرع ولكن نظامها يكون بحيث ان الحزم الوعائية فى الأوراق والسوق والجذور تكون دائما جهازا مستمرا موصلا من أنسجة متواصلة مهيا خصيصا لتسهيل اىصال العصارة الى جميع أجزاء النبات .

وفى هذا النوع من الساق تشتمل كل حزمة وعائية على ما يأتى من الأنسجة :

- (أ) الزيلم (Xylem) أو الخشب (أ ز شكل ٥١) .
- (ب) فلويم (Phloem) أو اللحاء (ف شكل ٥١) .
- (ج) طبقة نسيج مرستيمى رقيق الجدار تسمى "كامبيوم الحزمة" .

وهذه الأنسجة مرتبة بعضها بجانب بعض بحيث انه اذا رسم نصف قطر من مركز قطاع عرضى من الساق الى الخارج مرة على الأنسجة الثلاثة



(شكل ٥١)

(١) قطاع عرضي من حزمة وعائية من ساق عباد الشمس (مكبراً ١٢٠ قطراً) . تكبير في الشكل السابق . (٢) قطاع طول نصف قطري في الحزمة المذكورة . د = نخاع الساق ؛ ز = زيلم ؛ ل = ليفة ؛ وم = وعاء منقر ؛ م = أنبوبة غربالية ؛ خ = خلية مرافقة ؛ بر = ألياف بريسكيلية ؛ ند = اندودرم ؛ ك = كامبيوم الحزمة ؛ ول = وعاء لولبي .

ويقع الكامبيوم بين الزيلم والفلويم والزيلم أقرب الى النخاع . وأما الفلويم فهو بعيد عن النخاع والحزم التي يقع فيها الزيلم والفلويم على ذات نصف القطر تسمى ”مجانبة“ (Collateral) وإذا كانت الحزم تشتمل على كامبيوم كما في ذوات الفلقتين سميت ”مفتوحة“ .

(١) — الخشب أو الزيلم العناصر التي تصادف في الخشب هي في العادة (١) أوعية (٢) قصيبات (Tracheids) (٣) الياف وخلايا ليفية (٤) برنشيمة خشبية كلها في العادة ذات جدران خلوية ثخينة ثابتة تشتمل على مادة الخلووز الملجن (Lignocellulose) وليست النسبة واحدة في كل الحزم فإن في بعض الأحيان تكون بعض العناصر مفقودة بته على أن القصيبات (Tracheæ) والقصيبات موجودة دائماً في كل أنواع الزيلم أو الخشب .

الأوعية (ول و وم) ليست خلايا ولكنها أنابيب مستمرة طويلة مفرغة كل منها مكون من صف من خلايا بعضها فوق بعض وفيها كثير من جدران خلاياها العرضية قد امتص أو ذاب . وفي بعض النباتات المتسلقة تكون تجاوزيف الأوعية بطول تسعة أقدام أو عشرة ومتوسط طول الأوعية بحسب مقاسات الأستاذ (Adler) هي في خشب البلوط . ٤ بوصة وفي البندق وشجر البتولا خمس بوصات وترى في جدرانها ثخانات إما حلقية أو لولبية أو شبكية وقد ترى بها نقر والتي تتكون في الحزمة في أول الأسر تكون ثخاناتها حلقية أولولبية فقط وتكون ما يسمى ”الخشب الأولي“ (Proto-Xylum)

في أول الأمر تشتمل الأوعية على بروتوبلازم فإذا نمت استعملت المادة الحية في تكثيف جدران الخلايا فإذا اكتمل تكوينها أصبحت أجساماً ميتة خالية تقوم بتوصيل الماء .

والقصبيات (Tracheids) تشبه الأوعية في صفة جدران خلاياها وفى وظيفتها على أنها ليست أجساما مركبة بل خلايا طويلة مفردة وفارغة .
والخلايا الليفية طويلة ومحددة الطرفين وهى تشتمل على مشتملات حية وتكون جدران خلاياها ثخينة ومنقوشة أحيانا بنقر صغيرة . والألياف (ل) هى خلايا غليظة الجدران متشابهة قد فقدت مشتملاتها البروتوبلازمية وأصبحت تشتمل على هواء وماء فقط .

وبرنشيمة الخشب تتركب من خلايا مستطيلة قليلا أطرافها مربعة كلية وتشتمل الخلايا على مشتملات حية وجدران الخلايا سميكة نوعا وتكون منقورة قليلا وفيها يخترق النشا أحيانا .

(ب) اللحاء أو الفلويم — العناصر المكونة للحاء هى : (١) الأنابيب الغربالية (Sieve-tubes) (م) مع خلاياها المرافقة (Companion-cells) (خ) و (٢) مقدار من برنشيمة اللحاء ذات جدران رقيقة وتتركب جدران خلاياها من السلولوز المعتاد .

والأنابيب الغربالية هى خلايا طويلة رقيقة الجدران مرصوفة طرفا لطرف والجدران العرضية أو الطرفية التى تنصل الأنبوبة الغربالية من الأخرى لم تزل تماما كما هو الحال فى أوعية الزيلم ولكنها مثقوبة بمسام مفتوحة بواسطتها تكون مشتملات الأنابيب المجاورة فى اتصال دائم بعضها ببعض وهذه الجدران العرضية المثقوبة تسمى "الألواح الغربالية" (Sieve-plates) وإذا بلغت الأنابيب الغربالية اشتملت على بطانة (Lining) رقيقة من مادة السيتوبلازم بغير نواة . فأما باقى تجويف الخلية فيكون مملوءا بمادة قلووية محاطة وافرة المادة البروتينية وكثيرا ما تشتمل على حبيبات نشوية .

هذه الأنابيب الغربالية تقوم بوظيفة إيصال شتى المواد العضوية ولا سيما ما كان منها ذا صفات بروتيدية .

الخلايا المرافقة — هي خلايا ضيقة طويلة توجد على امتداد الأنابيب الغربالية وهي مملأة بمادة سيتوبلازميه حبيبية تكون فيها نواة دائماً وتنشأ الأنبوبة الغربالية وخليتها المرافقة من خلية أم واحدة .

(ج) الكامبيوم (Cambium) — يقع الكامبيوم بين الزيلم (ك. شكل ٥١) وبين الفلويم ويشتمل على طبقة من خلايا مرستيمية رقيقة الجدران كل منها على شكل منشور مستطيل ضيق قائم الزوايا بأطراف محددة مائلة ويكون الكامبيوم في السوق الصغيرة السن محصوراً في الحزم الوعائية . أما في السوق الكبيرة السن فينشأ في الأشعة النخاعية نسيج مرستيمي جديد يشابه ذلك تمام المشابهة ويسمى "بالكامبيوم البيني الحزمي" (Interfascicular Cambium) وهذا يمتد فيها ويصل كامبيوم الحزمة بكامبيوم الحزمة المجاورة لها (كب. شكل ٥٠) ولذلك تجد في السوق الكبيرة السن اسطوانة رفيعة تامة ذات خلايا متقسمة تظهر في القطاع العرضي على شكل منطقة ضيقة تسمى "حلقة الكامبيوم" (Cambium Ring) وحلقة الكامبيوم تضيف على الخشب واللحاء عناصر جديدة بالطريقة المشروحة بعد . ولكن في النباتات العشبية ذات الفلقتين التي لا تعيش طويلاً تقف هذه الزيادة في النمو على عجل وعلى ذلك فلا يكون تأثير هذه الزيادة محسوساً في هذه النباتات كما هو الحال في السوق الخشبية المعمرة .

تج ٥٢ : اقطع ساقاً طريئة صغيرة السن من نباتات عباد الشمس والطرطوفة والفول والبطاطس وأي نبات عشبي آخر شائع والفحص السطوح المقطوعة بعناية جيب ولاحظ وجود الحزم الوعائية وترتيبها وكذلك النخاع .

تج ٥٣ : ضع بعض سوق صغيرة من نبات عباد الشمس فى مزيج مركب من جزئين من الكحول المثل (Methylated spirit) وجزء من الماء وابقها فى هذا المزيج لاستعمالها عند اللزوم . واقطع فى ساق يكون قد مضى عليها فى هذا السائل ثلاثة أو أربعة أيام ، قطاعات عرضية بروسى مبلولة بالسائل المذكور وانقل القطاعات الى زجاجة ساعة فيها ماء وبعد أن تبقى فيها فيه بضع دقائق خذ قطاعا منها وضعه فى نقطة من الماء على لوحة صغيرة من الزجاج وغطها بالغطاء الشبى واخصه بأضعف شبيبة فى المكروسكوب واعمل رسومات تبين موضع الأجزاء الآتية وصفها :

(١) البشرة .

(٢) القشرة .

(٣) البشرة الداخلية .

(٤) الحزم الوعائية .

(٥) النخاع ونسيج الأشعة النخاعية الموجودة بين الحزم واخص بعد ذلك بالشبيبة القوية واعمل رسومات عن أجزاء صغيرة من الأجزاء المختلفة المذكورة قبل والتفت بنوع خاص الى الخشب والكامبيوم واللحاء وقارن بشكل (٥١) .

وتبين ما اذا كان الكامبيوم البنى الحزمى قد تكون عرضة الاشعة النخاعية .

تج ٥٤ : خذ قطعة من ساق عباد الشمس طولها ربع بوصة تقريبا تكون قد حفظت كاهومين فى التجربة السابقة واقطع منها قطاعات طويلة حتى يمر القطاع فى حزمة وعائية (و يلاحظ فى قطاع القطاعات الطولية أن تمر الموصى من جانب الى جانب لا من طرف الى طرف) .

ثم اخص أولا بالشبيبة الضعيفة ثم بالقوية واعمل رسومات عن أشكال الخلايا التى ترى فى البشرة والقشرة واللحاء والكامبيوم والخشب والنخاع على التوالى .

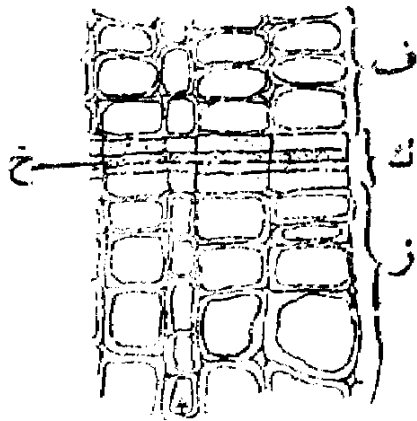
وتبين أى خلايا القطاع الطولى تقابل الخلايا التى نظرت فى القطاع العرضى .

تج ٥٥ : ادرس تشرح الساق من نبات الفول وغيره من النباتات العشبية الشائعة من ذوات الفلقنتين .

وابداً اخص القطاعات دائماً بأصغر قوة أى بالعين المجردة أو بعدسة جيب جيدة وبعد ادراك نظام الانسجة الشهيرة ادراكاً عاماً اخصها بالقوات الكبرى على الترقى .

السوق الخشبية المعمرة من ذوات الفلقتين

(١) انقسام خلايا الكامبيوم — في الأدوار الأولى من سوق الشجيرات والأشجار يكون نظام الأنسجة وبنائها مثل ما هو في النباتات العشبية انقصيرة العمر سواء بسواء . فاذا ازداد عمرها زادت في السمك من سنة الى سنة وفي القطاعات العرضية من مثل هذه السوق السميكة تكون الحزم الوعائية الصغيرة المنعزلة (التي كانت ظاهرة أيام كانت السوق صغيرة السن) رخصة غضة غير ظاهرة مطلقا وأكبر جزء من الجسم المترايد من الأنسجة في مثل هذه السوق حاصل من انقسام الخلايا الانشائية (Initial Cells) من حلقة الكامبيوم وكل خلية انشائية من الكامبيوم . (خ شكل ٥٢) تنقسم قسمين بواسطة جدار مواز لسطح الساق . وتبقى احدى هاتين الخليتين على



(شكل ٥٢)

قطاع عرضي في جزء صغير من حلقة الكامبيوم في فرع صغير من البلاك كارت (Black current) ك . حلقة كامبيوم ؛ خ = خلايا انشائية ؛ ز = زيلاوم أو خشب ؛ ف = فلويم أو لحاء ؛ ش = أشعة نخاعية (مكبرا ٦٥٠ مرة) .

الدوام قادرة على الانقسام . وأما الثانية فاما أن تتحول مباشرة الى خلية دائمة أو تنقسم مرة أو اثنتين تبقى الخلايا المتولدة تتغير بعدهما بالتدريج حتى تصبح عناصر دائمة والتغير الى خلية أو خلايا دائمة قد يحصل في إحدى الاثنتين المتولدتين عن انقسام الخلية الانشائية فاذا كانت الخلية الداخلية تنقسم تضاف الى الخشب (ز) واذا تغيرت الخلية الخارجية زادت حجم اللحاء (ف) وانقسام خلايا الكامبيوم ونمو الحواصل الناتجة منها وتكشفها يستمران من الربيع الى الخريف . أما في الشتاء فان انقسام

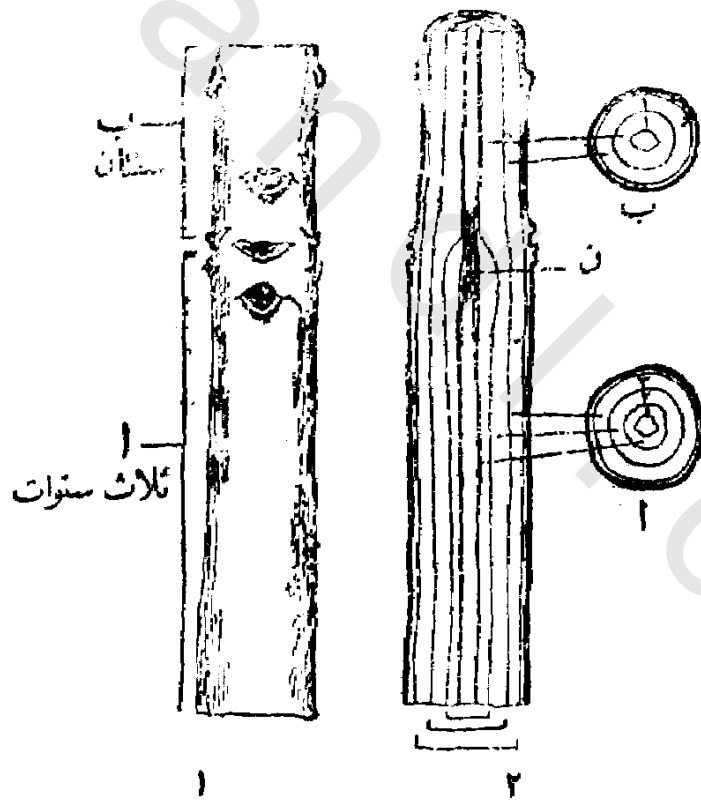
الخلايا يقف أو ينقص نقصانا كبيرا وبما أن الكامبيوم يمتد على شكل اسطوانة مستمرة داخل الساق فإن فى كل فصل نمو تضاف أسطوانة خشبية خارج الاسطوانة الموجودة من قبلها ويضاف مثل ذلك على اللحاء من داخله . ومقدار الخشب الذى يولده الكامبيوم هو دائما أكثر من مقدار اللحاء بكثير وزد على ذلك أن نسيج اللحاء يشتمل على الأخص على عناصر رقيقة الجدران وهذه تصبح صفائح رقيقة بواسطة ضغط الخشب المتعدد والقلق المقاوم . أما الخشب فبما له من خلايا جدرانها سميكة وأوعية كذلك لا يتأثر إلا قليلا بهذه الطريقة . وفى القطاعات العرضية من الجزوع (Trunks) والفروع من الشجر والشجيرات يظهر الكامبيوم للعين كأنه لا يولد إلا خشبا فقط .

(ب) الحلقات السنوية (Annular Rings) العقد — اذا نشرت شجرة على عرضها ونعم السطح المقطوع بأزميل لوحظ فى الخشب عدد من مناطق حلقية (شكل ٥٣ و ٥٤) هذه المناطق تسمى "الحلقات السنوية" ويمثل كل منها النسيج الخشبي أو الزيليمى الذى أنتجه الكامبيوم أثناء فصل واحد. ومن ابتداء هذا الفصل الى ابتداء الفصل الثانى تمضى فى العادة سنة كاملة ولذلك ففى الساق التى عمرها ستان يرى حلقتان والتى عمرها ثلاث سنوات ترى ثلاث حلقات وهلم جرا (شكل ٥٣) .

وأنه نظرا لوجود بعض فروقات بين الخشب المتكون فى بدأ فصل النمو وبين ذلك المتولد فى النهاية يمكننا أن نرى هذه الاضافات السنوية المطردة فى الخشب على شكل أشرطة ظاهرة وإلا فانه اذا كانت العناصر التى يولدها الكامبيوم كلها واحدة الطبيعة طول حياته لم يكن ممكنا أن تعين النقط التى وقف عندها الكامبيوم أو عاود نموه .

وإذا عاود الكامبيوم النمو في الربيع أحدث أوعية وخلايا أرق جدرا وأوسع تجويفا من تلك التي يصنعها في الصيف والخريف في كل حلقة سنوية وعلى ذلك يرى جزءان مبینان أو أكثرهما (أولا) طبقة من خشب الربيع يتكوّن من أول فصل النمو (ثانيا) طبقة مما يسمى "بخشب الخريف" يتكوّن في أواخر الصيف والخريف .

وخشب الربيع في العادة رخو القوام باهت اللون وأوعيته في كثير من الأشجار من السعة بحيث تبدو للعين كأنها منطقة من المسام .



(شكل ٥٣)

(١) قطعة من ساق شجرة الآش ، أ قطعة عمرها ثلاث سنوات ، ب قطعة عمرها سنتان

(٢) قطاعات طولية وعرضية مما سبق .

أما خشب الخريف فهو أصلب قواماً وأقتم لونا وعدد أوعيته قليل بالنسبة لخشب الربيع وتكون صغيرة فلا تراها العين .

وكامبيوم الساق مستمر مع كامبيوم الفروع (شكل ٥٤) وإذا قطع قطاع طولى منها وجد أن الاضافة السنوية لخشب الساق مستمرة فى الفروع أيضا وان كان مقدارها المضاف سنويا أقل من الزيادة فى كامبيوم الساق وعلى ذلك فتكون الحلقات السنوية فى فرع ما أضيق منها فى ساق عمرها عمر ذلك الفرع .

ويلاحظ من الشكل السابق أن الأجزاء القاعدية من أى فرع تصبح مطمورة فى الخشب الذى يضاف على الساق من سنة الى أخرى ولذلك فبقطع لوحة طولية كما هو مبين فى (ح) فإن الجزء المطمور من الفرع يقطع قطعاً عرضياً تقريبا ويبدو على شكل عقدة بيضية (ع) .

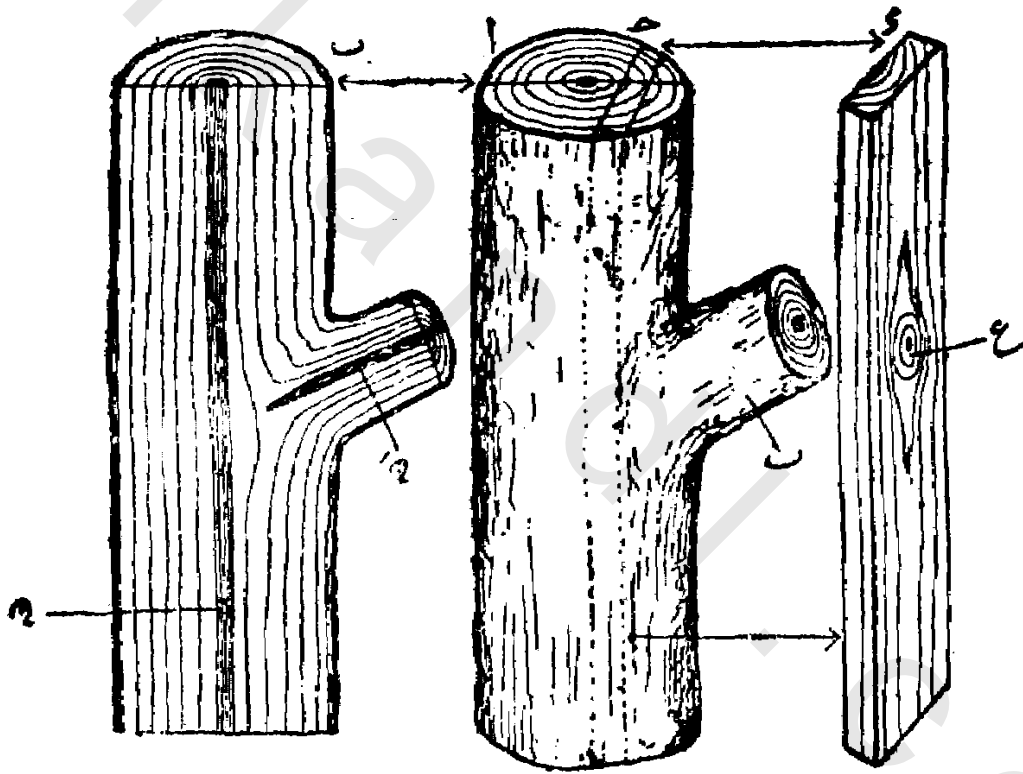
(ج) العناصر التى ينتجها الكامبيوم — الأشعة النخاعية . بما أن الكامبيوم يقع بين الخشب أو الزيلم واللحاء أو الفلويم فظاهر أن الخشب الأولى واللحاء الأولى من الحزم الوعائية المكونين أولا لا بد أن يدفعا بالتدريج بواسطة الخشب الثانوى واللحاء الثانوى اللذين ينتجهما الكامبيوم ولذلك ففى السوق الكبيرة السن يرى الخشب الأولى محيطة بالنخاع فى المركز ويرى اللحاء الأولى بالقرب من الخارج (ج . شكل ٥٦) .

والعناصر المكونة للخشب الثانوى مشابهة لتلك التى تكون الخشب الأولى وهى : الأوعية والقصبيات (Tracheid) والالياف والخلايا الليفيه والبرنشيمة الخشبية على أن الأوعية والقصبيات لا تكون له لبية الثخانة أو حلقة مطلقا بل ذات نقر مضافوفة وثخانات شبكية .

كل هذه العناصر قد تكون موجودة أو قليل منها فقط . مثال ذلك : زيلم أو خشب شجرة "اليو" (Yew) فإنه يشتمل على قصيبات فقط أما جرم الخشب في الأشجار المخروطية فيشتمل على القصبات والبرنشيمة الخشبية أما خشب أغلب ذوات الفلقتين فيشتمل على هذه العناصر جميعها . وعناصر اللحاء الثانوى مشابهة لعناصر اللحاء الأولى أى الأنايب الغربالية وخلاياها المرافقة والبرنشيمة وفى بعض الأحيان توجد ألياف من اللحاء وخلايا ليفية حية . وبعد تأدية الأنايب الغربالية والخلايا المرافقة وأكثر برنشيمة اللحاء وظيفتها مدة من الزمن ، وهى توصيل الغذاء ، تصبح فارغة . وفى الأجزاء الكبيرة السن تضغط هذه العناصر وتكون كتلة غير منتظمة لا يرى فيها تجاوزات خلوية وإذا كثرت الألياف اللحاءية ذات الجدران العظيمة كما فى شجر الليمون وغيره من الأشجار يظهر اللحاء فى القطاعات العرضية على شكل أشرطة حلقة رفيعة .

وفضلا عن ذلك فإن بعض خلايا حلقة الكامبيوم تتغير حتى تصبح خلايا أشعة نخاعية (ش . شكل ٥٣) والأشعة النخاعية الأولية الواقعة بين الحزم الوعائية المتكونة أولا فى الساق غير السمكية تمتد بواسطة الكامبيوم البنى الحزمى عند ابتداء السماكة فيها ولذلك تمتد دائما من النخاع الى ما بعد اللحاء وتتكون أشعة نخاعية ثانوية جديدة بعد ذلك بواسطة بعض خلايا من حلقة الكامبيوم فى فترات متتالية غير منتظمة أثناء الازدياد فى السماكة وهذه الأشعة النخاعية الجديدة تمتد من الحلقات السنوية من الخشب الذى ظهر فيه أولا الى حلقات اللحاء المقابل فى الجانب الآخر من الكامبيوم ولذلك فهى أى الأشعة النخاعية ذات أطوال مختلفة والأشعة النخاعية يختلف عرضها حتى فى ساق واحدة . وفى بعض الأحوال تكون سماكتها سماكة خلية واحدة وفى القطاعات العرضية لا تكاد تراها العين . أما فى غيرها من أنواع الخشب

فان كثيرا من هذه الأشعة يكون على سماكة عدة خلايا . وفى القطاعات العرضية تلوح على شكل أشرطة نصف قطرية خفيفة اللون ظاهرة وهى فى القطاعات الطولية القطرية ، اذا أمكن رؤيتها ، تظهر كأشرطة عرضية ذات أقطار تجرى من النخاع الى الخارج ويكون للأشعة الأولية أكبر عرض رأسى (شكل ٥٤) .



(شكل ٥٤)

(١) ساق شجرة عمرها ست سنوات وفيها فرع ب ؛ (ب) قطاع طولى فى نفس الساق يبين كل الحلقات السنوية ماعدا الحلقة الأولى المستمرة فى الفرع ؛ (د) لوحة طولية مقطوعة من أ . (ع) عقدة (قطاع عرضى من الفرع ب) .

وفى القطاعات الطولية المشطورة بالميل على نصف قطر الساق لا يرى إلا أجزاء صغيرة فقط على شكل بقع أشبه بالنخالة وخلايا الأشعة النخاعية هى

على شكل قوالب الطوب وتكون ذات جدران ثخينة متقمة ذات مشتملات خلوية حية تبقى بها مدة طويلة . وهي توصل شيئاً من الحاصلات الزائدة التي تصنع في الأوراق وفي الشتاء يخزن بها النشا وغيره من المواد الزائدة لاستخدامها في الفصل التالي ويدور الهواء على كل أجزاء الزيلم والفلويم في الخلال الخلوية الكائنة بين خلايا الأشعة النخاعية .

(س) الخشب الصميمي (Heart-wood) والخشب العصيري (Splint-wood) .

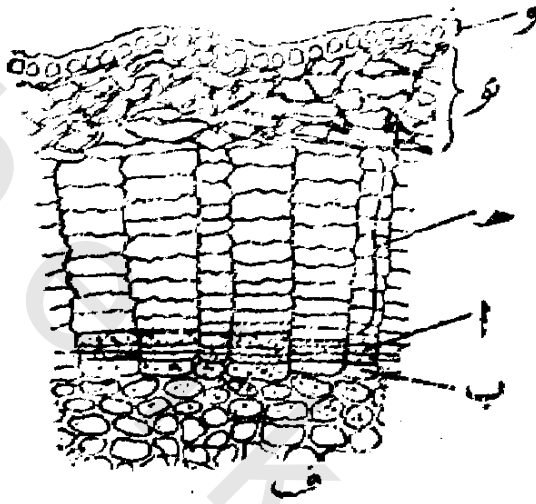
في السوق القديمة من البلوط والجوز وغيرهما من الأشجار يكون خشب الحلقات السنوية الموجودة في مركز الشجرة أثقل وأصلب وأقم لونا وأجف من خشب الحلقات التي هي بالقرب من الكامبيوم ويسمى هذا الخشب القاتم "بالخشب الصلب" أو "الصميمي" ويسمى التالي المحيط به وهو أفتح لونا من السابق وأطراً قواماً "بالخشب الرخو" أو "الخشب العصيري" وليس عرض الخشب العصيري أو عدد الحلقات السنوية التي يشغلها واحداً في كل الأشجار ولا هي سواء دائماً في نفس أفراد نوعها إذا تساوت أعمارها .

الخشب العصيري هو الجزء الذي ينقل العصارة وكثير من خلاياه البرنشيمية لاتزال حية . فالنشا والسكر وغيرها من المركبات التي يغشاها الفطر تكون في العادة مخزونة فيها . ولما كانت عرضة للعفن فهي لا قيمة لها في الاتجار .

أما الخشب الصلب فهو بمثابة دعامة قوى لباقي الشجرة . فأوعيته لم تعد تحمل ماء وبرنشيمة الخشب والأشعة النخاعية قد فقدت مشمولاتها الحية وتجاويف خلاياه قد سدتها أنواع شتى من المركبات الصمغية والراتنجية وقد يوجد فيها كربونات الكلس . وتسد تجاويف الأوعية أيضاً نتوءات

أى بروزات أشبه بالأيكاس المتلثة تسمى "تياوسات" (Tyloses) وتوجد مادة الدباغ (التنين) وغيرها من المواد الملوثة فى غشاءات خلايا الخشب الصلب وتجاويفه فى كثير من الأشجار . وبعض هذه المواد يكون بمثابة وقايات من غشيان الحشرات والفطر واليه ترجع صلابة الخشب المذكور . هذا وأنه وإن وجد تباين عظيم فى لون الخشب الصلب والخشب العصيرى الرخو فى أشجار البلوط والجوز والتفاح وأنواع شتى من الصنوبر وكثير غير هذه من الأشجار فإن هذا الفارق غير ملحوظ للعين فى كثير غيرها من الأشجار ولكن يمكن تمييز الخشب الصلب فى هذه الأشجار من الخشب العصيرى الرخو بجفافه وإن كان يوجد فى بعض الأحيان عدد قليل من الخلايا الحية فى الخشب الذى بهذه الصفة ممتدا فى غضون النخاع حتى فى الأشجار الطاعنة فى السن . والأشجار التى من هذا القبيل عرضة لأن تكون مجوفة أكثر من تلك التى يوجد فيها الخشب الصلب ملونا .

(هـ) البريدرم (Periderm) — فى السوق العشبية السنوية والمعمرة تنمو البشرة أو الأبيدريم والقشرة الأولية فى الوقت الذى يكون فيه الكامبيوم آخذاً فى زيادة جرم الزيلم والفلويم فى الاسطوانة الوعائية بحيث يبقى غطاء مستمر فى تلك السوق بالرغم من زيادة النمو فى السمك باطنا . حتى فى بعض السوق الخشبية كسوق الميزلتو (Mistletoe) والهولى (Holly) تثابر البشرة على مجارة الزيلم والفلويم فى نموها من الداخل عدة سنوات على أن فى غالب السوق الخشبية يتمزق البشرة والقشرة بقوة الضغط المسبب عن نمو الزيلم وتحل مكانه أنواع جديدة من الأنسجة تنشأ من انقسام المرستيم وتعرف "بالفلوجن" (Phellogen) أو الكامبيوم



(شكل ٥٥)

قطاع عرضي في بشرة فرخ صغير من
البلاك كارت . ا = فلوچن ؛ ح = قل ؛
ب = فلودرم في حالة تكون ؛ ف = فلوية
الساق ؛ هـ = قشرة ابتدائية ذابلة ؛ و =
أبيدرم (مكبرا ٢٧ قطرا) .

الفلى (ا . شكل ٥٥) قد ينشأ
هذا الكامبيوم الفلى في البشرة
نفسها أو في القشرة وقد ينشأ
في البريسيكل من داخل الاسطوانة
الوعائية . ويحصل انقسام خلاياه
على نحو انقسام خلايا الكامبيوم
ولكن هذه الخلايا تنشئ من داخله
نسيجاً قافياً ثانوياً أو "فلودرم"
(Phelloderm) (ب) وعلى خارجها
فلا (ج) بدلاً من انشاء أنسجة زيلم
وفلويم . وعلى هذا الفلوجن .
وحاصلات نموه يطلق لفظ
"بريديرم" .

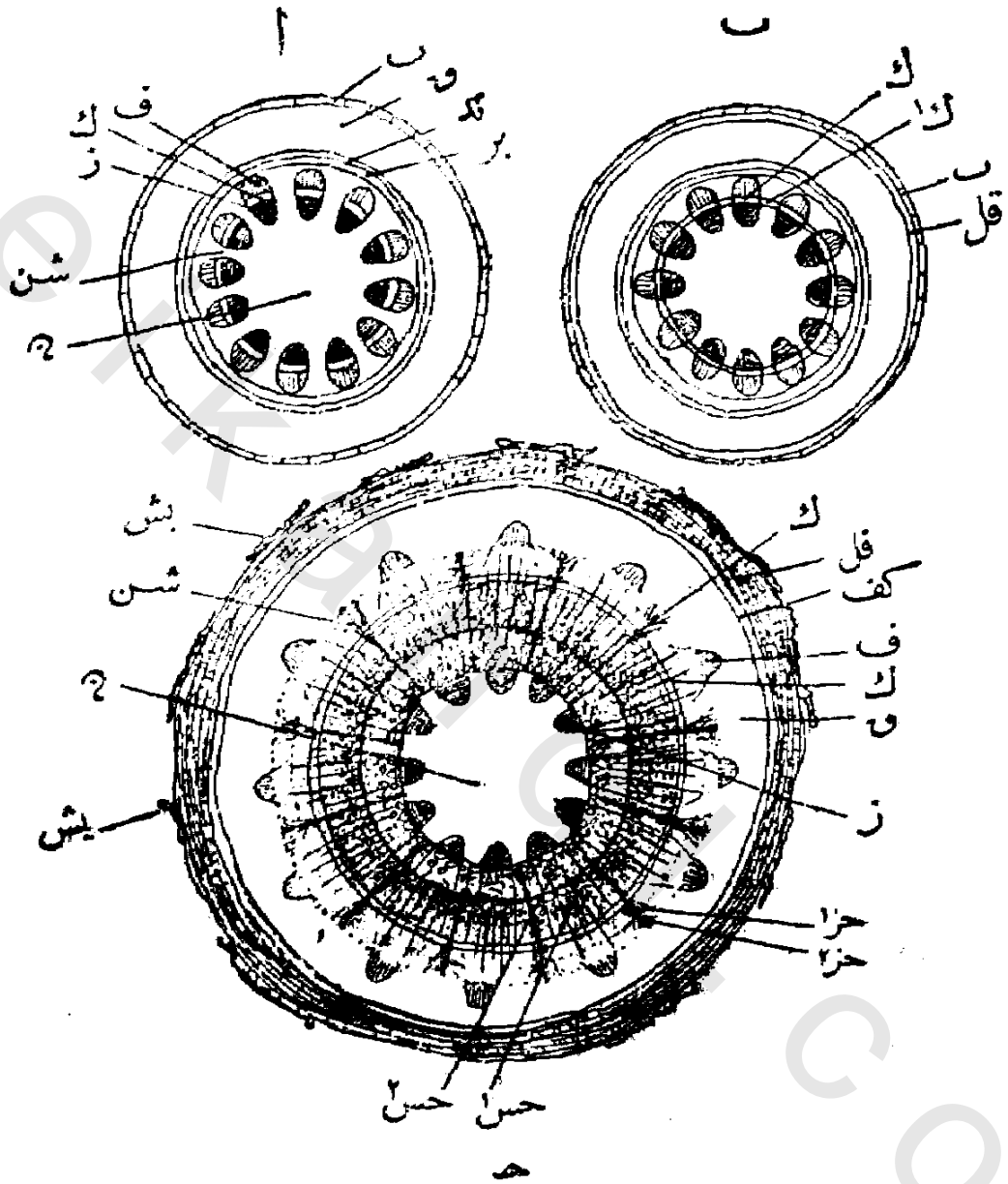
في غالب السوق الهوائية لا يتكون من الفلودرم إلا قليل جداً وقد لا يتكون
شيء مطلقاً . فإذا كان موجوداً منه شيء كانت لخلاياه جدران رقيقة
ومحتوياته بروتوبلازمية وتوجد الكلاور بلاستات علامة في النسيج إذا نشأت
بالقرب من سطح الساق .

ونسيج الفل المتكون بواسطة الفلوجن يحى داخل الساق من الأضرار
الميكانيكية ويبقى الساق أن تفقد ماءها بالنتح . والفل من وجهة أخرى ردىء
التوصيل للحرارة فهو يحى الفلوجن والكامبيوم حماية فعلية من الحرارة المفرطة
في الصيف ومن الصقيع في الشتاء .

وهو يشتمل على عدد من طبقات من الخلايا مكدسة بعضها بجوار بعض على هيئة صفوف شعاعية منتظمة (ح) وسرعان ما تموت هذه الخلايا وتصبح ملاءى من الهواء ، وجدرانها رقيقة في الغالب ذات لون ضارب الى السمرة ولا تقبل تسرب الماء أو الغازات من خلالها والفيل الذى يستعمل سدادات لافسانى والدوارق يقطع من النسيج الفيل السميكة من شجر البلوط الفيلسلى لما ينشأ الفلوجن فى طبقة عميقة من الخلايا الفلية أو فى الپريسيكل تصبح كل الأنسجة الكائنة خارجا عنها مقطوعة عن الماء والعذاء بواسطة الفيل المتكون . وهذه الأنسجة تجف تبعا لذلك وتكون هى والفيل ما يسمى ”بالقلف“ (Bark) فى عرف النباتين وان كان هذا اللفظ انما يطلق فى الكلام المتعارف على كل الانسجة الكائنة خارج كامبيوم الساق .

ويوجد على السطح الخارجى من بریدرم أكثر الفروع والسوق الخشبية بقع صغيرة سماء اللون أو بيضاء منتشرة هنا وهناك وهذه تسمى ”بعديسات“ (Lenticels) وترى هذه العديسات واضحة على درنات البطاطس وصغار الفراخ من أشجار التفاح والكمثرى . أما على الفراخ العادية فهى تنشأ فى المواقع التى تحدث فيها الثغور (Stomata) فى البشرة وتكون وظيفتها إذ ذاك ادخال الهواء فى غصون البریدرم حتى يصل الى الللال الخلوية من الأشعة النخاعية وغير ذلك من أجزاء الساق .

(و) اندمال الجروح على السوق الخشبية — الجروح التى تصيب الأجزاء البرنشيمية الطريئة من السوق العشبية ، والأوراق ، والدرنات ، والثمار تندمل بسرعة بتكون طبقة من الخلايا الفلية الناشئة من الخلايا التى كشفها الجرح ولم يصيبها ضرر . وذلك أنه اذا انكشف الخشب البالغ من ساق أو فرع

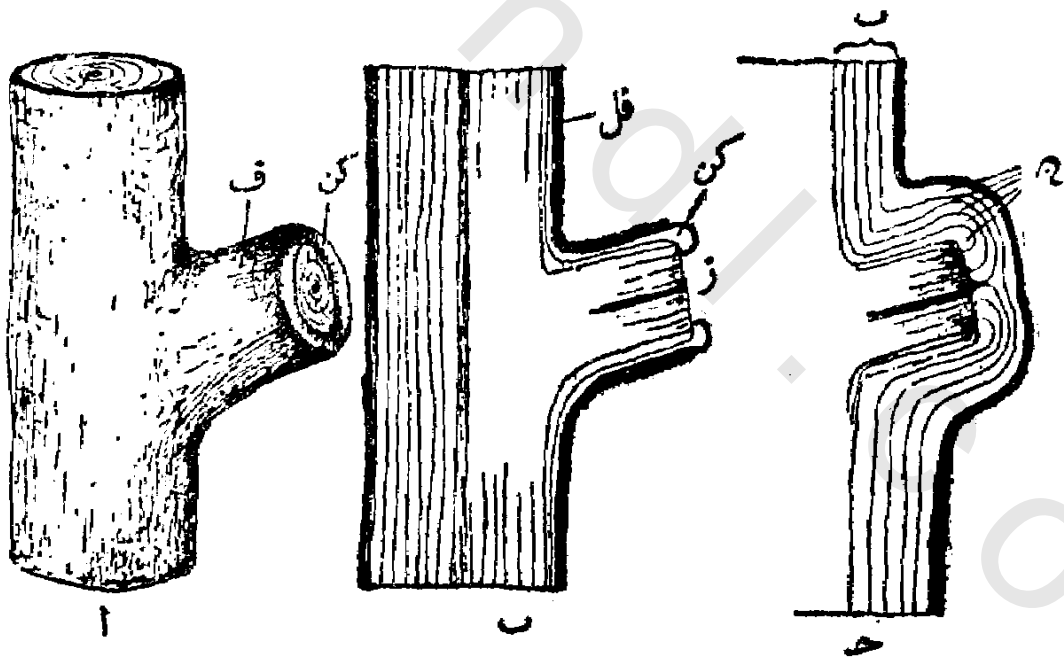


(ش — كل ٥٦)

رسم بياني يبين النمو الثانوي في نخانة ساق ذات فائتين . (ا) ساق صغيرة السن قبل تكون الكامبيوم البيني الحزمي . (ب) بعد تكون الكامبيوم البيني الحزمي . (ج) الساق نفسها وعمرها سنان . ب (في ا) ب (ب) بش (في ج) = بشرة ؛ ق (في ا) = قشرة ؛ ند = بشرة داخلية ؛ بر = ضيقة محيطة ؛ ز = خشب أول ؛ ك = كامبيوم ؛ ف = لحاء أول من حزمة وعائية ؛ ك ا = كامبيوم بيني حزمي ؛ د = نخاع ؛ ش = أشعة نخاعية ؛ ك ف = كلف فلوجين أو الكامبيوم القلي ؛ قل ، قل ؛ ق (في ج) ، قشرة ثانوية ؛ حس ا وحس ا = حلقات سنوية من الخشب الثانوي ؛ حزا وحزا = حلقات من اللحاء الثانوي .

(ف . شكل ٥٧) تغطى بما يمتد شيئا فشيئا من نسيج يصنع الكامبيوم على الأخص . فان الكامبيوم الذى كشفه الجرح ، والخلايا الصغيرة من الخشب واللحاء تنشئ في المبدأ كتلة من نسيج برنشيمى طرى يسمى "الكنب" (Callus) .

(كن) سرعان ما يتكون في الأجزاء الخارجية منه كامبيوم فلى . أما في داخله فينشأ كامبيوم يتولد منه خشب ولحاء نهائيا ، ومن ثم تمتد الأنسجة الجديدة التي أنشأها الكامبيوم عاما فعاما الى الداخل شيئا فشيئا فوق الخشب المكشوف . (ز) حتى نتصل الأطراف بعضها ببعض وبعد ذلك يبقى الكامبيوم



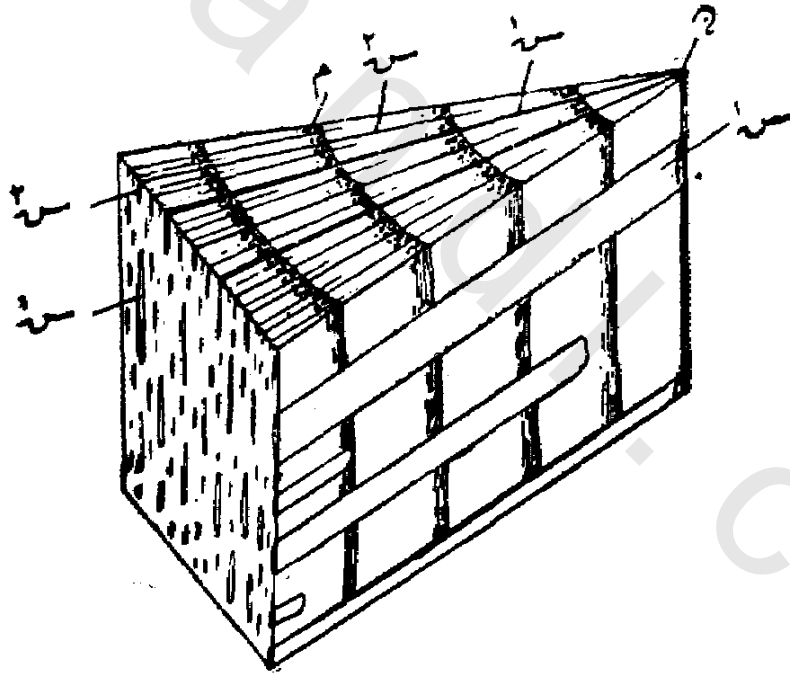
(شكل ٥٧)

(أ) ساق فيها فرع ف مقطوع ، كن = كنب (ب) قطاع طول من أ ؛ كن = كنب كونه

الكامبيوم المكشوف ؛ ز = خشب مكشوف من الفرع .

(ج) قطاع طول بعد أن تغطى الخشب المكشوف من الفرع تغطيا كليا بنمو خمس سنوات (د)

كطبقة ممتدة فوق السطح المجروح (ح . شكل ٧٥) واعلم أن الخشب الجديد المتكون إذ ذاك على شكل طاقية تغطي جميع الخشب القديم المكشوف (ز) لا يتحد بالفعل مع القديم ولذلك يمكن معرفة موضع الجروح القديمة في الخشب في القطاعات . ولو كانت الجروح قد نمت نموا كاملا ودفنت في الأنسجة التي تكونت بعد ذلك أثناء النمو حتى لم يعد يرى علاقة خارجية تدل على وجودها . ويتوقف طول الوقت اللازم لتغطية جرح ما على حجمه ، وعلى مقدار قوة نمو الكامبيوم وتغذيته . والجروح التي يكون القطع فيها سويا أسرع الى الاندمال من الجروح المفترضة ، ولذلك يحسن اذا قطعت فروع



(شكل ٥٨)

رسم بياني يرى منظر قطعة من الخشب مأخوذة من شجرة عمرها خمس سنوات : مقطوعة قطعا نصف قطري ، ومماسيا .

د = نخاع ، ش^١ = أشعة نخاعية ابتدائية ، ش^٢ = أشعة نخاعية ثانوية ، م = منطقة زيلم الربيع الاسفنجي .

كبيرة بالمنشار أن تشذب الحواف المكشوفة من الكامبيوم أو تقلم بأزميل حاد أو سكين . ويجب فى الجروح التى يكون فيها جزء كبير من خشبها القديم عاريا لا يمكن أن ينمو عليه النسيج السابق الوصف فى وقت قصير ، أن يغطى هذا الجزء من السطح المجروح بالقطران المعروف بقطران استوكهولم أو بمادة معقمة شبيهة بذلك يدهن بها الجرح لمنع تعفنه .

تج ٥٦ : اقطع فروع صفاف مختلفة العمر بين ستة واثنين وثلاثة ونعم السطح المقطوع بسكين حاد . ولاحظ الحلقات السنوية فى كل منها واعمل قطاعات طولية من عالىج الصفاف ولاحظ نظام النمو السنوى حيث تتصل قطعة بأخرى أصغر منها بسنة (قارن ذلك بشكل ٥٣) واعمل ملاحظات كهذه عن غير الصفاف من الأشجار الشائنة ما استطعت .

تج ٥٧ : الخوص ألواح من أنواع مختلفة من الخشب . لاحظ نظام الحلقات السنوية على الجوانب وعلى الأطراف . حاول أن تعين هل قطعت الألواح من قرب وسط الأشجار أم من خارجها ؟ لاحظ أيضا توزيع العقد وحجمها .

تج ٥٨ : اقطع كتلا (كما فى شكل ٥٨) من أنواع شتى من الخشب المعتاد . واخص كلامها بالعين المجردة ثم بعدسة الجيب . لاحظ هل توجد بها أوعية واسعة فى المنطقة الربعية من الحلقة السنوية وعدد الأشعة النخاعية وسمتها وغير ذلك من المميزات الأخرى فى قطاعات عرضية وطولية ؟

تج ٥٩ : لاحظ وضوح الخشب الصمى من القطاعات العرضية من شجرة البلخ وغيرها من الأشجار . واختبر ما إذا كان الخشب العصىرى أصطب أو أرنخى من الخشب الصمى .

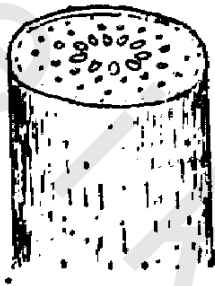
تج ٦٠ : لاحظ نمو الكتب (Callus) عند حافة الجرح حيث قطع فرع سميك نوعا من شجرة مشمش أو غيرها .

تج ٦١ : هى قطاعات عرضية من ساق نبات قطن صبي ، وضعها فى نقطة من الماء أو الجليسرين واعمل عن الأجزاء صورة تخطيطية كما تراها بالشيئية الضعيفة ثم استعمل بعد ذلك الشيئية الكبرى من المكروسكوب واعمل رسومات عن قطع صغيرة من البشرة والقشرة والفيل والفلوبجن والفلوريم والكامبيوم والزيلم والنخاع والأشعة النخاعية .

اقلع قطاعات طولية من ساق القطن المذكورة واخص مختلف الأجزاء واعمل عنها رسوما تخطيطية .

سوق ذوات الفلقة

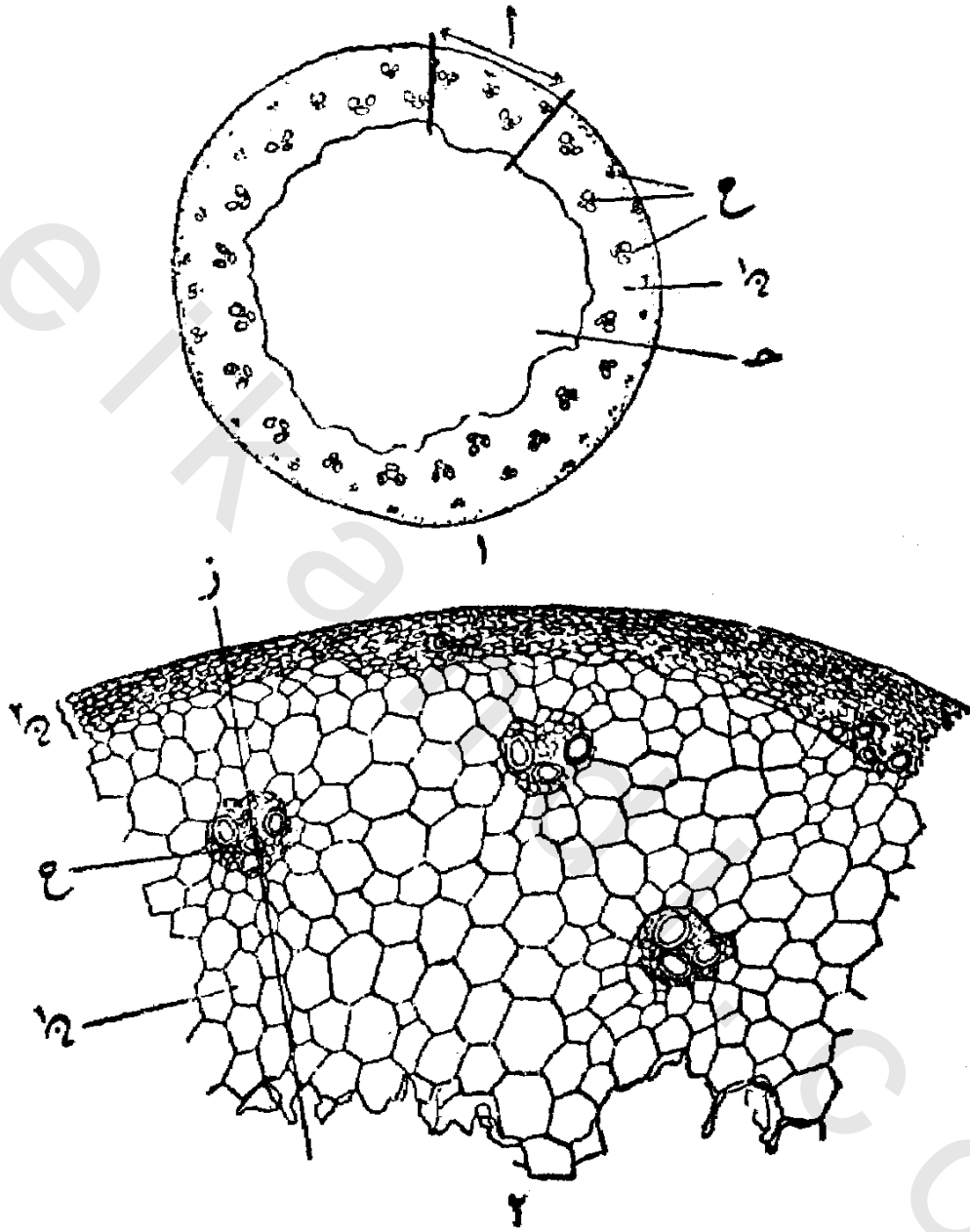
يرى في القطاعات العرضية من ساق ذوات الفلقة الواحدة فرق ظاهر في نظام الحزم الوعائية عما يرى في ذوات الفلقتين فهي بدلا من أن تكون منتظمة في حلقة مفردة تبدو مبعثرة في دوائر عديدة غير منتظمة في غضون النسيج الأساسي (شكل ٥٩ ٦٠) والعادة في القشرة أن تكون ضيقة جدًا وغير ظاهرة ويندر وجود نخاع متميز . وأما الحزم فهي موجودة في الورقة والساق كما في ذوات الفلقتين ولكنها عند دخولها من الورقة تتحنى بالتدريج الى



(شكل ٥٩)
قطاع عرضي في ساق نبات
هليون صغير (مكبرا ثلاث
مرات)

الداخل الى قرب وسط الساق ثم تتحنى الى الخارج ثانيا ، وفي النهاية تتصل بغيرها من الحزم بالقرب من خارج الساق . وفضلا عن هذه الفروق فإن القياس يرى أن الأجزاء التي هي أكبر سنا من تلك السوق أي الأجزاء التي وقفت عن الاستطالة لا تكون أسمك من الأجزاء الصغيرة بالقرب من الطرف ومعنى ذلك أن السوق في أكثر ذوات الفلقة الواحدة لا تزداد في السمك بمجرد انقطاع نموها في الطول .

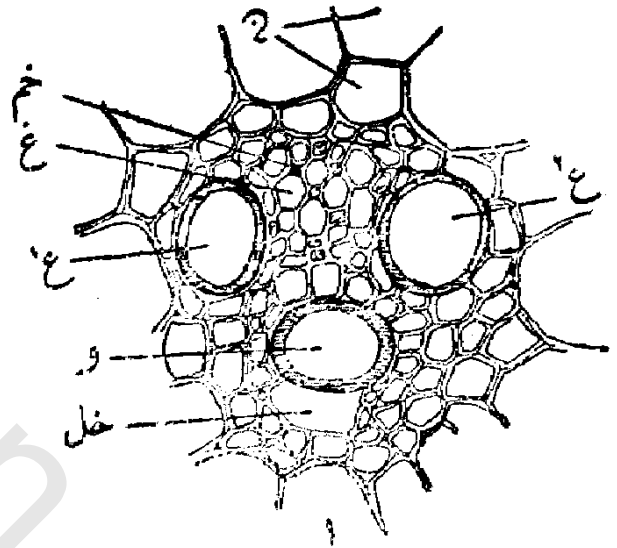
وعدم هذه القدرة على الازدياد في السمك راجع الى أن الحزم الوعائية خالية من نسيج كامبيومي وأن ليس بها مرستيم يتكون في النسيج الأساسي إلا في بعض أحوال خاصة تترك البحث فيها الآن وتسمى الحزم الوعائية التي ليس فيها كامبيوم ”بالحزم المقفلة“ (Closed Bundles) وفي أكثر نباتات الفصيلة النجيلية تكون أوعية الخشب في كل حزمة قليلة العدد ، وتبدو في القطاعات



(شكل ٦٠)

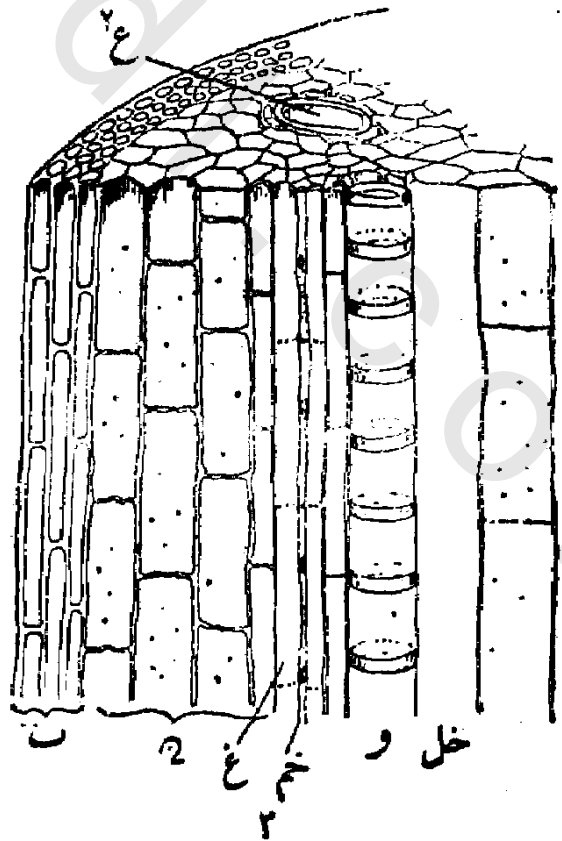
(١) قطاع عرضى فى ساق نبات شعير . ح = حزم وعائية ؛ د = نسيج أساسى ؛ هـ = تجويف فارغ (مكبأ أربعة عشر قطرا) . و (٢) منظر القطعة المكبرة . د = خلايا نجيية الجدران من النسيج الأساسى والبشرة ؛ د = خلايا رقيقة الجدران من النسيج الأساسى ؛ ح = حزمة وعائية (مكبأ ٩٠ قطرا) .

العرضية منتظمة على صورة رقم ٧ (شكل ٦٠ و ٦١) . ويكون الوعاء القريب من مركز الساق حلقيا . وأما باقى الأوعية فتكون ثخاناتها لولبية . فاما



(شكل ٦١)

- (١) قطاع عرضي من حزمة وعائية في ساق شعير (مكبرا ٤٢٠ قطرا) .
- (٢) قطاع طولي في جزء نسيج أسامي و نمة وعائية على استئالة زفي الشكل السابق .
- ب = بشرة وخلايا نسيج أسامي سميك
 الجدران ؛ د = خلايا نسيج أسامي
 رقيق الجدران ؛ غ = أنبوبة غربالية
 ؛ خم = خلية مرافقة من اللحم ؛
 و = وعاء حلق ، ع^١ ، ع^٢ أوعية
 لولبية من الخشب ؛ خل = خلايا خلوية .



القصبيات فليست غير شائعة ، وأما البرنشيمة الخشبية الرفيعة الجدر فهى موجودة دائماً .

والحاء الذى يقع بين الأطراف السائبة من الخشب الذى على صورة رقم ٧ يشتمل كلية على أنابيب غربالية وخلايا مرافقة . فأما النسيج الأساسى الذى يحيط بكل حزمة مباشرة فهو فى الجملة سميك الجدر ويكون بمثابة دعاء ميكانيكى ووقاية للأجزاء الطريئة من الحزمة ويوجد مثل هذا النسيج الأساسى الغليظ الجدار تحت البشرة بمقدار أكبر من ذلك أو أقل فأما الباقي فيكون نسيجاً رقيق الجدران .

نجم ٦٢ : اعمل قطاعات من سوق الذرة الشامى والهلين ولاحظ بواسطة عدسة جيب مشرق نظام الحزم الوعائية (شكل ٦٠) .

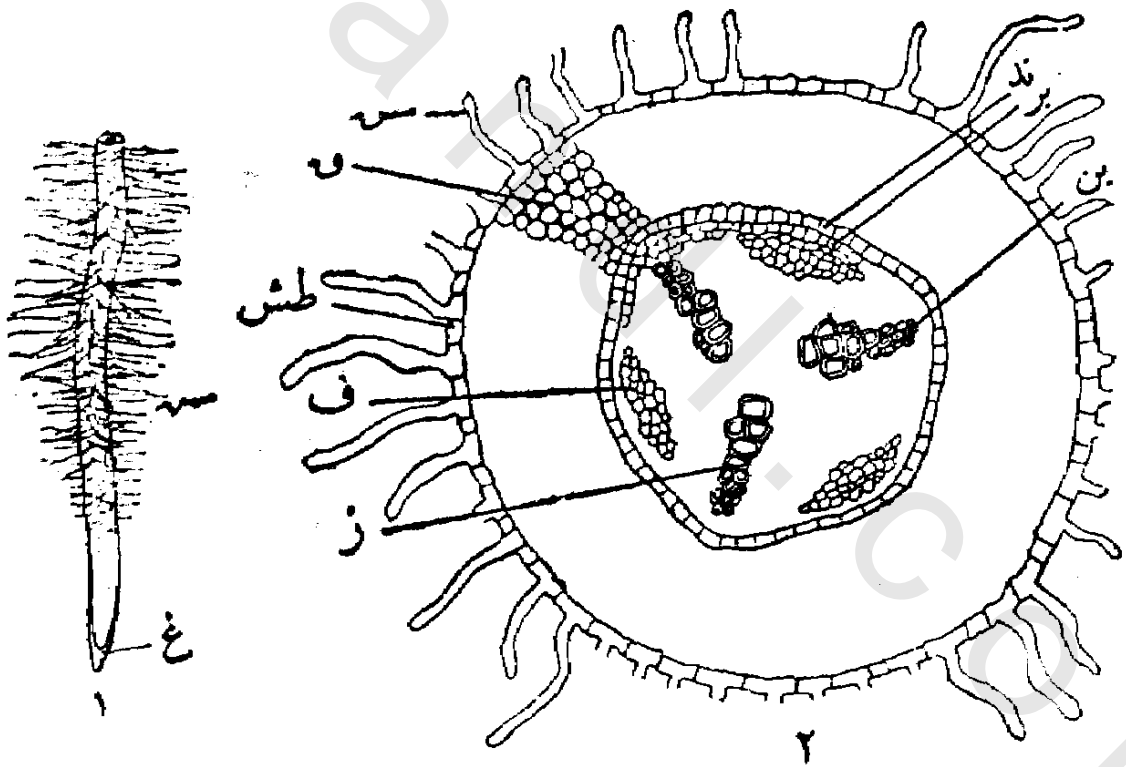
نجم ٦٣ : اعمل قطاعات رقيقة عرضية من ساق القمح أو الشعير . واخصها بالشيئة الضعيفة من المجهر ولاحظ سمك الجدران الغليظة من خلايا البشرة والنسيج الأساسى المجاور . لاحظ الحزم الوعائية المنتشرة والمركز المجوف . اعمل رسماً تخطيطياً عن حزمة وعائية واحدة كما ترى بالشيئة الضعيفة المجهرية ولاحظ أن لا كامبيوم بها .

خذ قطعتين أو ثلاثاً من قش الشعير أو القمح طول كل منهما سنتيمتر تقريباً واكبسها حتى تكون مفرطحة وامسك بها بين أصبعيك ثم اقطع منها قطاعات طويلة . يمر بعضها فى حزمة وعائية كاملة وبعضها فى جزء منها ثم اخصص القطاعات أولاً بالشيئة الضعيفة وثانياً بالشيئة القوية واعمل رسوماً تخطيطية عن البشرة وعن النسيج الأساسى الرقيق الجدران والسميكها وعن الأوعية المستديرة أو الحلزونية من الزيليم .

الجذر

اخرج جزء من الجذر الصغير السن أى الجزء الذى يقابل بشرة الساق فى وضعه يشتمل على طبقة مفردة من الخلايا تسمى "الطبقة الشعرية"

(Piliferous) وعملها المهم المباشر امتصاص السوائل المائية من التربة .
 في قطاع عرضي ٢ . (شكل ٦٢) مأخوذ عند نقطة ليست بعيدة عن
 الطرف الأقصى من الجذر يرى عديد من خلايا هذه الطبقة زائد الاستطالة ،
 هذه هي الشعيرات الجذرية التي سبق الكلام عنها في الفصل الثالث .
 وجدران الخلايا كلها رقيقة وغير ذات أديم ، ثم هي سريعة الانقضاء للماء ،
 فتختلف بذلك عن خلايا البشرة التي تغطي الأجزاء الظاهرة فوق سطح الأرض .



(شكل ٦٢)

(١) جذور بازلاء صغيرة السن . ش = شعيرات جذرية من الطبقة الشعرية ؛ غ = غطاء
 جذري . (قدرا الحجم الطبيعي مرتين) .

(٢) قطاع عرضي في جذور بازلاء . - غير بالقرب من ش في ١ . ش = شعيرات جذرية ؛
 ق = قشرة ؛ طش = طبقة شعرية ؛ ند = البشرة الداخلية ؛ بر = برصيفة محيطة ؛
 ز = شريط خشب ؛ بن = خشب أولي ؛ ف = شريط لحاء . (مكبرا ٤٨ قطرا) .

وتحت الطبقة الشعرية توجد القشرة (ق) وهى متصلة بنفس النسيج الأساسى الموجود فى الساق . وخلايا القشرة برنشيمية فى العادة رقيقة الجدران كثيرة الخلال الخلوية . أما الكلوروبلاستات فكثيرا ماتكون مفقودة ويعزى الى فقدانها هذا اصفرار اللون فى معظم الجذور الحديثة وأدخل طبقة من القشرة وهى ما تسمى "البشرة الداخلية" (Endodermis) أو الأندودرم (ند) واضحة الظهور فى الجذور . خلاياها ملتحمة بعضها ببعض على شكل دائرة منتظمة ، وهو نظام يمنع تسرب الغازات من الخلال الخلوية فى القشرة الى الأنسجة الموصلة للماء فى الأسطوانة المركزية (Central Cylinder) . أما انتقال الماء من الشعور الجذرية والقشرة خلال البشرة الداخلية الى أنسجة الاسطوانة المركزية المشار اليها فلا يعترضه شئ .

والاسطوانة المركزية فى أغلب الجذور أقصر قطرا منها فى الساق وأقل برنشيمية وإن كانت الأولى ممتدة من الأخرى . أما أهم الفروق بين السوق والجذور فهى فى ترتيب الأنسجة فى الأسطوانة المركزية فالطبقة المحيطة (بر) تشتمل على طبقة واحدة من الخلايا أو عدة طبقات كما هو الحال فى الطبقة المحيطة للساق . من هذا النسيج الباطنى تنشأ كل الجذور الثانوية وهذه يتحتم عليها أن تخترق القشرة المحيطة بها حتى تبدو على الجذور من الخارج (أنظر شكل ٩) وكذلك الأجزاء الخشبية (ز) واللحمية (ف) من الحزم الوعائية فانها مرصوفة على التبادل جنبا الى جنب على امتداد أنصاف أقطار منفصلة مرصومة من مركز الجذر وبينها شئ من النسيج الأساسى على شكل شرائط صغيرة وهذا يخالف ما فى الساق اذ الحزم الوعائية فيها مقترنة متصلة .

وزد على ذلك أن أول ما يتكوّن من عناصر الخشب الأولى الضيق الفوهة يكون أفرها الى الخارج . أما فى الساق فانه يكون أقرب الى المركز وتوصف

الجذور تبعا لعدد شرائط الخشب المنفصلة بأنها شائبة الشرائط أو ثلاثيتها كما في (شكل ٦٢) أو متعددة الشرائط اذا كانت الشرائط في الأولى اثنتين وفي الثانية ثلاثة وفي الثالثة أكثر من ذلك .

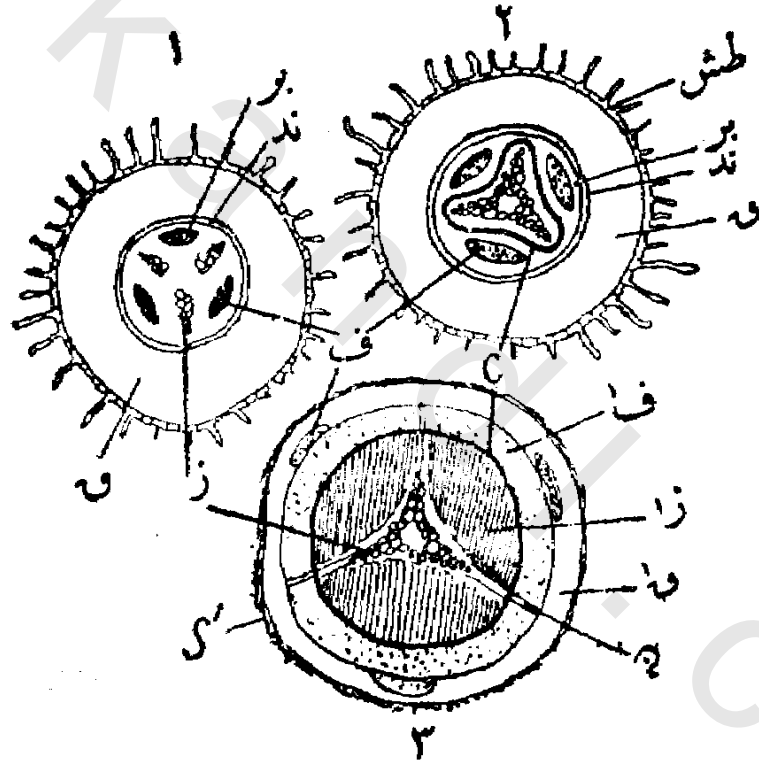
وعدد سطور الجذور الثانوية يطابق في العادة عدد شرائط الخشب الأولى في الجذر الأصلي ، كل سطر متكون من الطبقة المحيطة في موازاة شريط من الخشب وتولد الخشب الأولى في كل الجذور يسير الى الباطن ويغلب أن يستمر في ذلك حتى تجتمع الشرائط وتتحذف فتكون كتلة المركز وتشغل فراغ النخاع كله . ومع ذلك فان النخاع يوجد في بعض الجذور ولا سيما جذور ذوات الفلقة الواحدة من النباتات .

وتزداد جذور النباتات المعمرة في الغلط في نفس الوقت الذي تغلظ فيه السوق ولكن نظرا لاختلاف وضع الأنسجة الأولية لا يكون أول تكوّن الكامبيوم فيها كما هو في الساق . فان الكامبيوم يتكوّن في الجذور من النسيج الأساسي على باطن شرائط اللحاء ثم في الطبقة المحيطة الموازي للخشب الأولى ، وعلى ذلك ففي القطاعات يظهر الكامبيوم في أول أدوار وجوده كشريط مموج من المرستيم (٢ . ك "C" . شكل ٦٣) .

واذا أخذ الكامبيوم في النمو النشط ضاع الحد المموج على عجل ولاح كأنه حلقة بسيطة من المرستيم تحدث الخشب الثانوي واللحاء الثانوي . بطريقة مشابهة لاحداث كامبيوم الساق العادية .

وفي الجذور التي تزداد في الغلط ينشأ فلوجين في الطبقة المحيطة وهو ينتج كفلوجين السوق المزدادة في السمك ، فلا من الخارج وفلودرم من الداخل ويترتب على تكون حلقة من الفل بواسطة الفلوجين ذبول كل الأنسجة

الخارجة بالنسبة له وتكسها وهى البشرة الداخلية والقشرة الأولية والطبقة الشعرية ، أما الأجزاء التى هى أكبر من تلك سنا فانها بعد أن تصبح مغطاة ببريدرم واق لها تفقد قدرتها الامتصاصية ولا تعمل إلا عمل موصل للحاليل المائية التى تمتصها الأجزاء الحديثة التى لا يزال عليها الشعر الجذرى . وليبان هذا الغطاء الجذرى الخاص الذى يغطى النقط النامية من كل الجذور تقريبا .
انظر صفحتى ١٦٣ و ١٦٤ .



(شكل ٦٣)

رسم يبانى يرى النمو الثانوى فى نخانة جذر ذات فلقين . (١) قطاع عرضى من جذر صغير السن جدا . (٢) قطاع عرضى من المذكور بعد أن كتون الكامبيوم (ك) شريطا متواصلا . (٣) نفسه بعد اذا أخذ الجذر فى النخانة مدة ما . طش = طبقة شعرية ؛ ق = قشرة ابتدائية ؛ ند = بشرة داخلية ؛ بر = طبقة محيطية ؛ ف = لحاء أولى ؛ ز = خشب أولى ؛ ك (C) = كامبيوم ؛ فأ = لحاء ثانوى ؛ زا = خشب ثانوى ؛ فب = قشرة ثانوية ؛ فج = أشعة نخاعية أولية ؛ فد =

تج ٦٤ : اتنع بعض بزور من البازلاء والشعير في الماء مدة ست ساعات أو سبع واتركها بعد ذلك تنبت على ورقة نشاف رطبة أو ورقة مبللة كما في التجربة الثالثة . وإذا ظهرت الشعيرات الجذرية فاحصها بعدسة واعمل عنها صوراً تخطيطية ملاحظاً مكان أصلها على بعد من الطرف النائي .

واقطع بملقط قطعة من الجزء الخارجى من الجذر حتى تكون الشعيرات فيها وضعتها في ماء واحصها أولاً بالشئية الضعيفة من الميكروسكوب ثم بالقوية .

تج ٦٥ : اعمل قطاعات عرضية من جذر فولة أو بازلاء صغير السن ماراً بالجزء الذى يحمل الشعيرات وضعها مدة ٢٠ دقيقة في ماء جافيل (تجربة ٧٠) واغسلها ثم ضعها في جليسرين ثم احصها أولاً بالشئية الضعيفة من الميكروسكوب . ولاحظ الطبقة الشعرية التى تحمل الشعيرات الجذرية والقشرة البرشيمية والاسطوانة الوعائية المركزية واعمل عن ذلك صوراً ثم احصها بالشئية القوية واعمل رسومات عن شرائط الخشب واللحاء وعن الطبقة المحيطية والبشرة الداخلية .

تج ٦٦ : اعمل قطاعات عرضية في الأجزاء الكبيرة السن من جذور البازلاء أو الفول بالقرب من حيث ابتدأت الجذور الجانبية في الظهور . واغسلها ووضحها بماء جافيل . وضعها في الجليسرين واعمل صورة عن قطاع منها يرى الجذور الجانبية وهى تحترق طريقها في القشرة .

الأوراق الخوصية (Foliage leaves)

تتألف الأوراق من نفس الأنسجة التى تتألف منها الساق والجذر أى من البشرة والحزم الوعائية والنسيج الأساسى ولكن نظام هذه الأنسجة وتركيبها في الورقة مختلف لها في الساق والجذر فالحزم الوعائية الآتية من الساق تجرى في الورقة . وفي ذوات الفلقتين تتفرع مراراً في مستوى واحد حتى تكون شبكة رقيقة من الخيوط . وهذه توصل العصارة الى أجزاء الورقة ومنها وفي نفس الوقت تقوم مقام صقالة يقوم عليها النسيج الأساسى . أما في ذوات الفلقة المفردة فإن الأفرع الأصلية من الحزم وهى التى تدخل الورقة فتسير موازية بعضها لبعض وتربطها خيوط مائلة أصغر من تلك والحزم الوعائية

فى الورقة "محدودة" مقفلة دائماً إذ لا حاجة الى كامبيوم متنشط فى أجزاء النبات التى هى محدودة النمو كهذه الأجزاء وبما أن الحزم تنحنى اذ تخرج من الساق داخلية فى الورقة بلا التواء فإن الخشب يقع أقرب ما يكون من السطح الأعلى من الورقة واللحاء أقربها الى السطح الأدنى وإذا استثنينا فقدان الكامبيوم فإن الحزم الوعائية الكبرى فى الورقة تشابه تلك التى فى الساق . على أن خشب الشرائط الرفيعة يشتمل على عناصر ذات ثخانات لولية فقط والأطراف النهائية من الحزم التى تنتهى مقفلة فى خلايا النسيج الأساسى من ذوات الفلقتين إنما تتكون من قصيبات فقط .

أما نسيج اللحاء فيحصل اختزال فى عناصره : كلما اقتربنا من طرف الحزمة رأينا أن الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة يحل محلها خلايا مفردة لا تمتد الى نطاق العناصر الخشبية من الحزمة . ويحيط بكل حزمة من الورق نسيج غمدى من البرنشيمة متصل مع برنشيمة اسطوانة الساق الوعائية . هذه الأعماد الحزمية توصل المواد الكربوهيدراتية من الورقة الى الساق وكثيرا ما تشتمل على حبوب نشوية صغيرة .

والبشرة تغطى كل الورقة وهى كبشرة الساق المتصلة بها تشتمل على طبقة مفردة من الخلايا جدرانها الظاهرة ذات أديم (Cuticle) واق .

وإذا نظرت الى السطح (شكل ٦٤) وجدت الخلايا تقع متضامة بعضها الى بعض إلا حيث تكون الثغور . ويشتمل كل ثغر على خليتين منحنيتين على شكل هلاين متفتحين تسمى كل منهما "الخلية الحارسة" (Guard-cell) وهاتان الخليتان متصلتان بأطرافهما بحيث يبقى بينهما ثقب أشبه بالشق . ويجرى الثقب فى البشرة الى غرفة هوائية (Air-chamber) كبيرة نوعا .

كائنة في باطن النسيج الأساسي من الورقة مباشرة . وهذه الغرفة متصله بالمسافات الخلالية المملوءة بالهواء والتي هي منتشرة في كل ورقة وحصول التغير في انحناء الخلايا الحارسة ينقص من حجم الثقوب الثغرية أو يزيدھا ،

فاذا كانت الخلايا شديدة الانحناء

كان الثقب متسع الفتحة واذا

كانت مستقيمة كان الشق مقفلا .

والثغور آلات مهيئة خصيصه

بانطلاق بخار الماء في عملية النتح

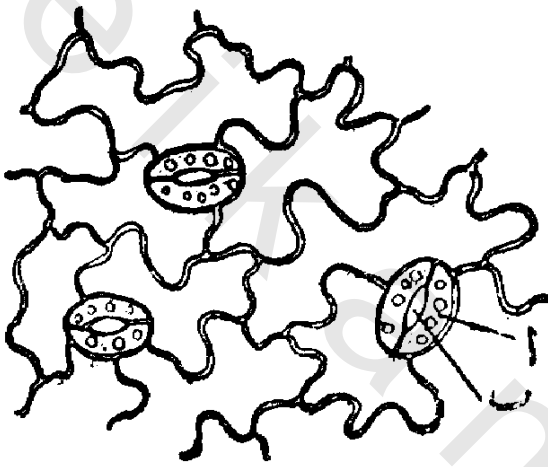
أيضا بتبادل الغازات ذلك التبادل

الذي يجرى بين الجو والهواء

الموجود في باطن النبات أثناء

عملية التنفس (Respiration)

والتثيل .



(شكل ٦٤)

منظر سطحي لبشرة ورقة الفول (أ) خلية الثغر

الحارستان ؛ (ب) الفتحة الكائنة بينهما . (مكبرا

٣٢٠ قطرا) .

ونسيج الورقة الأساسي هو امتداد من قشرة الساق ويسمى " المنطقة

المتوسطة " (Mesophyll) . وهو في الأوراق المبرطحة العمادية نوعان مفترقان

هما : (١) البرنشيمة العمادية (Palisade Par.) التي توجد تحت البشرة

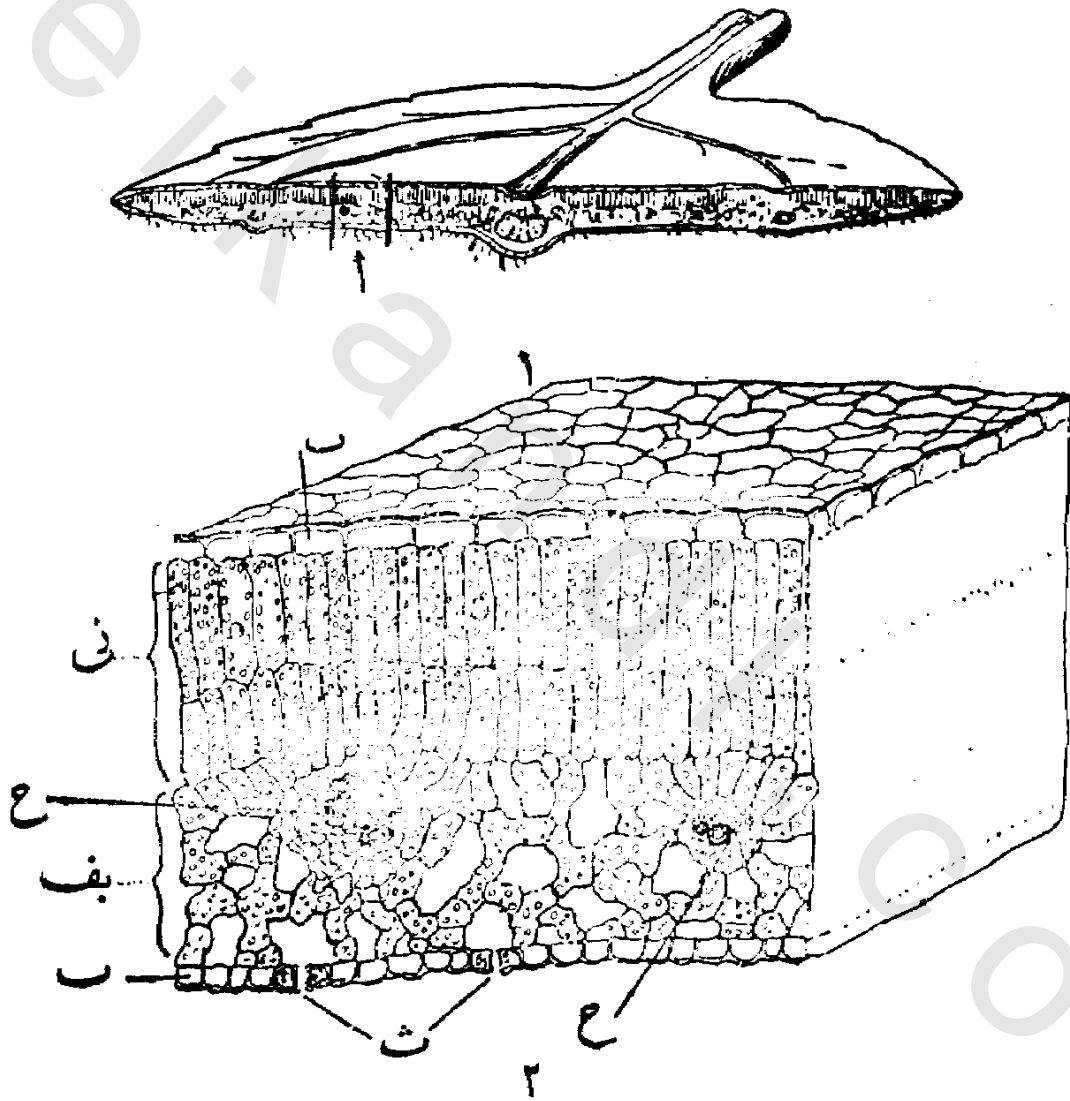
العليا من الورقة و (٢) البرنشيمة الاسفنجية (SpongyPar.) وهذه تمتد

بين النوع الأول وبين البشرة السفلى . وفي (شكل ٦٥) صورة قطاع عرضي

ورقة . هذا والخلايا المكونة للنسيج العمادي ، اسطوانية نوعا ، خلاياها

طويلة على زاوية قائمة مع سطح الورقة وليس بينها من المسافات الخلالية

إلا قليل جدًا . أما خلايا البرنشيمة الاسفنجية فهي مفرطة في عدم الانتظام في الصورة وتحتوى خلايا خلوية كبيرة .



(شـ كل ٦٥)

(١) قطاع عرضى يأتى فى ورقة . (٢) منظر مكبر للقطعة ١ من القطاع المذكور . ب = بشرة ؛ ث = فقور ؛ نى = برنشيمة عمادية ؛ بف = برنشيمة أسفنجية ؛ ح = حزم وعائية . (مكبرا ١٦٠ قطرا) .

هذا وخلايا الميزوفيل تشتمل على عديد من الكلورو بلاستات وأكثر ماتكون هذه في الخلايا العمادية وهذا مضافا اليه فقد الخلال الخلوية هو سبب ما يرى في السطح الأعلى من الورقة من الاخضرار الزائد عن اخضرار السطح الأسفل .

نح ٦٧ : اسلخ قطعة من البشرة السفلى من ورقة فول وضعها في الماء . أنظر عدم الانتظام في داير جدران الخلايا والطريقة التي بها يتصل بعضها ببعض . اعمل عن هذه صوراً وعن الثغور وخلاياها الحارسة واخص بهذه الطريقة أيضاً البشرة السفلى لأوراق اللفت والبرقوق والفتح والبصل والنجليات وغير ذلك من النباتات الشائعة . ولاحظ شكل الشعيرات الموجودة .

نح ٦٨ : اقطع خمس قطع أوسنا من نصول ورقة البرقوق بحيث يكون عرض كل قطعة ثمن بوصة تقريباً وطولها نصف بوصة . ضعها بعضها فوق بعض وامسك بها بين أصبعيك . واقطع منها قطاعات عرضية . وثبت بعضها من القطاعات الرقيقة جداً في الماء واخصها أولاً بالشينية الضعيفة من المجهر ثم بالشينية القوية واخص الأجزاء التي تراها وهي :

- (١) البشرة العلوية والسفلى ونواهما ومادتهما الأولية (بروتوبلاسم) والعصارة الخلوية الزائفة .
- (٢) النسيج العمادي من طبقات عدة .
- (٣) البرنشيمية الأسفنجية التي يوجد بها كثير من المسافات الخلالية . وربما أمكن رؤية قطاعات ثغراً أو اثنين فيها .

نح ٦٩ : اقطع قطاعات عرضية في أعمار أنواع مختلفة من الورقة وأعناقها (Petiole) أنظر وارسم موضع الخشب واللحاء من الحزم الوعائية المقطوعة عرضاً . ولاحظ صفاتها . وأنظر أيضاً غلظ جدران الخلايا المحيطة بالحزم وطبيعة محتوياتها وارسم ذلك أيضاً .

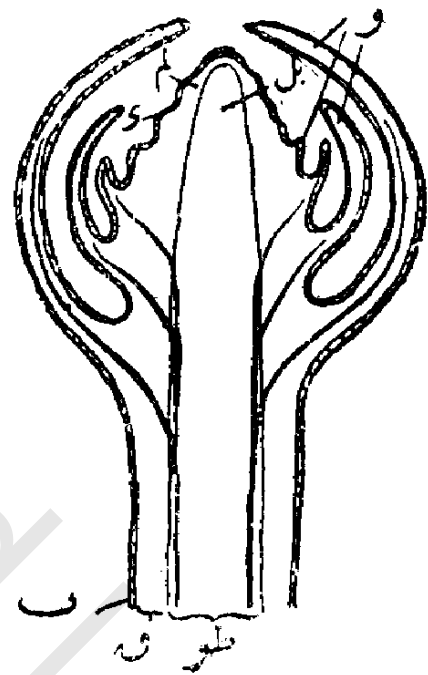
نح ٧٠ : حضر قليلاً من ماء جافيل بأن تذيب أولاً أوقيتين من كربونات الصودا في باينت (٧٠ د . لتر) من الماء ثم أضف اليه أوقية من مسحوق التبييض ودع الخلوط يهدأ بعد تحريكه وصف السائل الزائق في زجاجة محكمة السدادة وابقها بعد ذلك في ظلام .

واجمع قليلاً من الأوراق الرقيقة واقتلها بنمساها في الماء الغالي دقيقة واحدة . ثم ضع هذه الأوراق في شيء من ماء جافيل بضع ساعات ثم اذا ابيضت انزعها منه واغسلها في الماء مدة ساعة أو اثنتين ثم ثبتها بعد ذلك في جليسرين واخصها بالشينية الضعيفة من المجهر وأنظر تشعبات الحزم وأطرافها وكذا عمد الحزم البرنشيمية . ووجه الشينية في النظر الى السطح ولاحظ صورة الثغور وعددها وحجمها وكذلك الشعيرات (شكل ٦٦ و ٦٧) .

نقط النمو فى السوق والجذور

نقط النمو أو المناطق التى يحدث فيها تكوّن آلات وأنسجة جديدة كائنة عند أطراف السوق والجذور .

(١) نقطة نمو الساق — قمة الساق محتواة تمام الاحتواء ومحمية بالأوراق الصغيرة السن (شكل ٦٦) وهى تتركب من كتلة مرستيمية على شكل قبة من المرستيم منها تشتق كل الأنسجة المختلفة التى سبق شرحها فى الساق البالغة والورقة المدركة . والخلايا التى تكوّن المرستيم منتظمة الشكل فى الحجم والصورة تقريبا خلاياها رقيقة الجدران غنية بمادة البروتوبلاسم .



(شكل ٦٦)

قطاع عرضى يأتى مار بقمة ساق .

د = الدرما توجين الذى ينشئ البشرة

ب ؛ ق = القشرة الناتجة من البريلم لم ؛

طو = الاسطوانة الوعائية الناتجة من

البايوم بل ؛ و = ورق .

وإذا قطعنا قطاعا عرضيا مناسباً ماثراً بنقطة النمو رأينا غالباً ثلاث طبقات متميزة بعضها عن بعض (شكلي ٦٦ و ٦٧) فتغطى القمة طبقة مفردة (د) تسمى

”الدرما توجينة“ (Dermatogen) وهذه تنقسم فقط بواسطة الجدران على

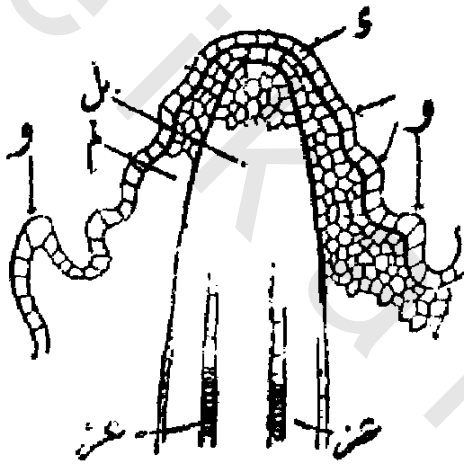
زاوية قائمة مع السطح وتكوّن بشرة النبات وتأتى بعد الدرما توجينة البريلم

(Periblem) (لم) التى منها تنشأ القشرة . وقد يكون سمك هذه الطبقة عند

أعلى القمة سمك خلية واحدة . أما فى الأجزاء التى هى أكبر من ذلك سنأ

فإن الانقسام يحدث في عدة اتجاهات وبذلك تتكون طبقة تحدث من عدة طبقات .

وتشغل مركز نقطة النمو كتلة صلبة من المرستيم تسمى "البليرومة" (Plerome) (بل) تنشأ منها الاسطوانة الوعائية . وفي هذه الاسطوانة ، على مسافة قريبة من القمة ، يتبدى ظهور تباين الحزم الوعائية .



(شكل ٦٧)

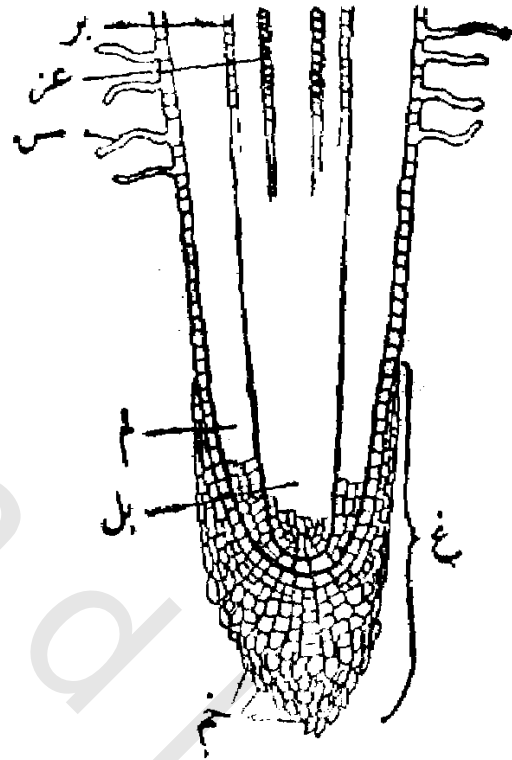
منظر مكبر لقمة الساق في الشكل السابق .
 و = درماتوجين ؛ لم = بريلم ؛ بل
 = بليروم ؛ عز = أوعية البروتوزيلم ؛
 ر = أوراق أولية .

وأول ما ترى أوراق النبات على شكل نتوءات صغيرة (و) على سطح نقطة النمو والأنسجة المشتركة في تكوين هذه النتوءات هي الدرما توجينة وجزء البرييلمة . والفروع التي تخرج في اباط الأوراق تنشأ من الدرما توجينه والبرييلمة . أما البليرومة فليست مختصة بتكوين الأوراق أو الفروع .

(١) نقطة نمو الجذر — تختلف قمة الجذر عن قمة الساق اختلافا كبيرا وذلك أن المرستيم في قمة الساق توجد دائما داخل برعم وتكون محمية من المؤثرات الخارجية المؤذية بالأوراق الابتدائية التي تميل محمية على البرنشيمة على أن الجذور لا تنتج أوراقا وانما يصون الخلايا المرستيمية الغضة الموجودة في قمة كل جذر غطاء من الخلايا يقال له " القلنسوة الجذرية " (Root-cap) .

وزد على ذلك أنه اذا بلى ظاهر القلنسوة أو مات من أثر التربة التي ينمو فيها الجذر حدثت اضافات خلوية لباطن القلنسوة بحيث تتصل مع المرستيمية ويرى في (شكل ٦٨) أغلب نظام الأنسجة شيوعاً عند طرف الجذر .

الجزء الباطني من المرستيمية الذي يولد الاسطوانة الوعائية هو البريلمومة (بل) وحوله البريلم (لم) التي تنشأ منها قشرة الجذر الأولية وهذه الأجزاء من المرستيمية والقمة مطابقة من جميع الاعتبارات لتلك الموجودة في قمة الساق . أما الجزء الخارجى من المرستيمية فهو يسمى "كالپتروجينية" (Calyptragen) أو الطبقة المكونة للقلنسوة . وهي بدلا من أن تبقى طبقة مفردة كما هو حالها في الساق تنقسم بجدران موازية للسطح وأخرى عمودية عليه أيضا وبذلك تتكون قلنسوة (غ) كثيرة الطبقات . وكثيرا ما تصير الطبقة الباطنية المفردة من



(شكل ٦٨)

قطاع طولى من قمة جذر . ال = بليروم ، لم = بريلم ، حم = الخلايا الخارجية الميتة والأكذة في الموت من الغطاء الجذري غ ، بر = بريسيكل ، عز = أوعية البرتوزيل ، ش = شعيرات جذرية . (مكبرا ٦٠ فطرا) .

الخلايا (المتولدة في الكالپتروجينية) الطبقة الشعرية التي سبق الكلام عنها . فأما بقية الخلايا التي تتكون دائما نحو الخارج فهي التي تصير القلنسوة الجذرية الأصلية .

تج ٧١ : انقع بعضاً من بزور الفول والبازلاء، ودعها تنبت . فإذا ظهر طرف الجذر للعين من التفير فانزع قشرة البزرة واقطع قطاعات عرضية من الجذر الصغير . ضعها مدة نصف ساعة في ماء جافيل (أضرب ٧٠) ثم اغسلها في الماء وثبتها في جليسر مخفف . الخص هذه أولاً بالشيلة الضعيفة من المجهر ثم بالقوية . اعمل رسماً يبين مجمل نظام الأجزاء المنظورة أى قلنسوة الجذر والبيرومة والبرهلة .

حاول أن تحضر قطاعات من قمة جذور الذرة والبازلاء وغيرهما من البزور الكبيرة .

تج ٧٢ : اقطع قطاعات في قم السوق وهي داخل البراعم الطرفية من الأشجار الشائمة . عالجها واخصها كما سبق الشرح . لاحظ وارسم الأجزاء المنظورة وارقب أول ابتداءات الأوراق .



الجزء الثالث

فسيولوجيا النبات

الفصل الحادى عشر

تركيب النباتات الكيمياوى

١ — يجب علينا بعد اذ عرفنا بنية النباتات ظاهرها وباطنها أن نتقدم الى درس العمل الذى تؤديه الأجزاء على اختلافها لحفظ حياة النبات .

ويسمى هذا الفرع من علم النبات "بالفسيولوجيا" (Physiology) .

بين الأنواع الراقية من النباتات أجزاء وأنسجة شتى مهياة للقيام بوظائف خاصة أى أنواع من الأعمال الفسيولوجية ، فالأجزاء والأنسجة التى تؤدي بها هذه الوظائف تسمى "أعضاء النبات" (Plant Organs) .

ويحدر بنا فى المبدأ أن ننبه الى أن كل الوظائف على اختلافها تتوقف على مادة البروتوبلازم الحية ، والى أن عملها وقوتها للقيام بهذه الوظائف قياما تاما ، انما هو مرتبط ببعض الشرائط الخارجية وهى وجود الحرارة الملائمة ، والمدد الكافى من المواد الغذائية ، وتوافر مقدار خاص من الضوء فى حالة النباتات الخضراء وكذلك تعرضها لأوكسيجين الجو فاذا لم تتوافر هذه الشرائط حدث الموت وبطلت به الظواهر الحيوية المختلفة .

وتقسم وظائف النباتات الى ثلاثة أقسام :

(١) الوظائف الغذائية — هذه مختصة بامتصاص مدد الغذاء واصطناعه وتخصيصه فهى لذلك مهياة خاصة ببقاء حياة الفرد .

(٢) الوظائف التناسلية — هذه مختصة بتوليد أفراد جديدة وحفظ النوع .

(٣) الحس والحركة والنمو .

٢ — يجب علينا قبل فحص عملية التغذية بالتفصيل أن نعرف شيئاً عن المواد التى تدخل فى تركيب النباتات . اذا احتقر نبات جديد من الأرض ووضع فى فرن محمى الى درجة فوق درجة غليان الماء قليلاً كأن تكون ١٠٥ م — ١١٠ م فانه يفقد شيئاً من وزنه بسبب خروج الماء من أنسجة النبات . فاذا استمرت عملية التجفيف أبداً بضع ساعات انطرد كل الماء من عصارة الخلية ومن مادة البروتوبلازم وجدران الخلايا ولم يبق من النبات إلا مادته الحامدة .

هذه البقية أى المادة الجافة تشتمل على مركبات كثيرة كيميائية مختلفة الأنواع بين عضوية وغير عضوية ، اذا أحرقت تركت وراءها مقداراً قليلاً من رماد لا يقبل الاحتراق لونه أبيض أو ضارب الى الصفرة وهذا الرماد متكون من مركبات غير عضوية أهم مؤلفاتها كان قد امتص من التربة بواسطة جذور النبات .

وفى الجدول الآتى بيان لمقدار الماء والمادة الجافة والرماد فى ١٠٠ جزء بالوزن من البزور والثمار والأوراق وغيرها من أجزاء النباتات الشائعة :

أنواع	ماء	مقدار المادة الجافة	الجزء القابل للاحتراق	رماد
القمح (حبوب)	١٤٠٣	٨٥٠٧	٧٦٠٥	٩٠٢
الشعير	١٤٠٣	٨٥٠٧	٧٢٠٧	١٣٠٠
الشوفان	١٤٠٣	٨٥٠٧	٧٥٠٧	١٠٠٠
القول	١٥٠٠	٨٥٠٠	٧٩٠٥	٥٠٥
بزر اللفت	١١٠٨	٨٨٠٢	٨٤٠٣	٣٠٩
التفاح	٨٤٠٨	١٥٠٢	١٤٠٨	٠٠٤
جذور الجزر	٨٥٠٠	١٥٠٠	١٤٠١	٠٠٩
درنات البطاطس	٧٥٠٠	٢٥٠٠	٢٤٠١	٠٠٩
الحشائش وهى خضراء ...	٨٠٠٠	٢٠٠٠	١٨٠٠	٢٠٠
البرسيم	٨٦٠١١	١٣٠٨٩	١٢٠٢٢	١٠٦٧
ساق البطاطس وورقه ...	٨٥٠٠	١٥٠٠	١٣٠٤	١٠٦

ومقدار الماء فى البزور الناضجة قليل نسبيا ويتراوح متوسطه بين ١٠ ١٥ ٦ فى المائة . فأما فى الثمار الطريئة والجذور الشحمة والدرنات والأوراق الخضراء والأعضاء الخضراوية الغضة فيندر أن يقل مقدار الماء فيها عن ٧٥ فى المائة وقد يبلغ ما بين ٧٥ و ٩٠ فى المائة من مجموع وزنها . ونسبة الرماد فى المادة الجافة من الحبوب والجذور الطرية والدرنات هى فى الجملة أقل بكثير منها فى الأوراق وقلف النباتات .

تج ٧٣ : زن قطعا من الجزر والفت والبطاطس والتفاح والشليك كلا منها على حدة فى أطباق فخارية ثم اقطع كلا منها قطعا كثيرة صغيرة الحجم . وضع الأطباق ومحتوياتها فى فرن دافئ . أو فرن مائى وزنها كل ثلاث ساعات ولاحظ مقدار ما تفقده من الوزن .

تج ٧٤ : كرر التجربة السابقة بأوراق البطاطس والفت والبنخ وغيره من الأشجار وكذا أوراق الحشائش المقطوعة حديثا ودقيق القمح جميعه ودقيق القول جميعه .

٣ - المادة الجافة من نبات ما تشتمل على : مقدار قليل من مواد غير عضوية لم تستعمل امتصت من التربة ، ومقدار كبير من المركبات المختلفة العضوية صاغها النبات من المواد الغذائية التي امتصها من التربة والهواء .

وإذا أعطينا قائمة بالمركبات التي تصادف في باطن النباتات احتاج الأمر الى مجلد ضخم على أن الأمر غير محتاج هنا الى وصف شئ غير المواد العضوية المهمة التي منها يتكوّن جرم النبات . وقد تقسم هنا قسمين .

(١) مواد غير نتروجينية (٢) ومواد نتروجينية تبعاً لما إذا كانت المركبات تشتمل على نتروجين أو لا تشتمل .

(١) المواد العضوية غير النتروجينية .

أهم أنواع هذا القسم هى الكاربوايدرات والدهون والحوامض المذكورة بعد .

(١) كاربوايدرات - هذه المركبات تتكوّن أكبر جزء من جسم النباتات . وتشتمل على كاربون وايدروجين واوكسيجين .

والايدروجين والأوكسيجين موجودان فيها بنفس النسبة التي يوجدان عليها في الماء . وأهم المواد الكاربوايدراتية هى أنواع السكر والنشا والأنيولين وأنواع السلولوز وأنواع البنتوزان .

(٢) أنواع السكر - كل أنواع السكر تقريباً حلوة المذاق قليلاً أو كثيراً . وهى توجد في الغالب ذائبة في العصارة الخلوية . وأشيع أنواعه الجلوكوز والفراكتوز وقصب السكر والمولتوز .

(١) الجلوكوز أى الديكستروز أو سكر العنب (ك_٦ بد_{١٢} أ_٦) يوجد في أغلب الفواكه ولا سيما في العنب إذ يشتمل عصيره على مقدار يتراوح بين ٢٠ و ٣٠

فى المائة أما التفاح الناضج فيشتمل على متوسط من السكر مقدار ١٠ ٦ ٧ فى المائة ويشتمل الكريز على ٩ الى ١٠ فى المائة ويشتمل البرقوق على مقدار بين ٣ و ٥ فى المائة من هذا السكر .

(٢) الفراكٲوز أى سكر الفواكه أوليفيولوز (ك يد ١) يوجد فى الفواكه الناضجة أيضا مرافقا لسكر العنب . وكلا نوعى الدكستروز والليفولوز يخلتزل محلول فهلينج ، وهما قابلان للاختمار مباشرة باليستة (الخميرة) (Yeast) .

تج ٧٤ : أذب ٣٥ جراما من سلفات النحاس فى ٥٠٠ سم م م من الماء وضع على ماعون المحلول ورقة مكتوبا عليها حرف (ا) ثم أذب ١٦٠ جراما من البوتاسا الكاوية و ١٧٣ جراما من نترات الصوديوم البوتاسيوم فى ٥٠٠ سم م م من الماء وضع عليها ورقة مكتوبا عليها حرف (ب) فاذا خلطت مقدارين متساويين من (ا) و (ب) بعضهما ببعض تجهز لديك المحلول المعروف بـ "فهلينج" . (ويجب حفظ كل من المحلولين (ا) و (ب) منفصلين ولا يمزجان إلا عند الحاجة الى محلول فهلينج فانه يفسد اذا حفظ طويلا) .

اعصر بضع نقط من عصارة العنب فى أنبوبة اختبار تشتمل على ١٠ سم م م من محلول فهلينج . وشحن الأنبوبة وما فيها على مصباح بنسن (Bunsen flame) وانظر الراسب المحتر من أكسيد النحاسوز . (نجم ا) اختبر عصارة البرقوق الناضج وغيره من الفواكه بنفس الطريقة .

(٣) سكر القصب أو سكروز (ك يد ١) يوجد فى العصارة الخلوية من السوق والجذور فى كثير من النباتات ولا سيما قصب السكر والبنجر اللذين يستخرج منهما هذا النوع للتجار به .

وعيدان سكر القصب تشتمل على مقدار يتراوح بين ١٥ و ٢٠ فى المائة والبنجر من ١٢ الى ١٦ فى المائة من هذا الكربوايدرات وهو يختلف عن السكرين السابقين فى أنه لا يخلتزل محلول فهلينج ولا يمكن تخميره بالخميرة مباشرة . واذا غلى مع حوامض مخففة أو أثر فيه بانزيم (الانفرتاس) الذى يوجد فى الخميرة

وفى كثير من أنسجة النباتات تحلل الى مخلوط من الدكستروز واللفيولوز يسمى "السكر المقلوب" (Invert-sugar) .

نح ٧٥ : اغسل بعض قطع البنجر فى الماء .

(١) اختبر بعض المحلول لمعرفة ما اذا كان به سكر مما يختزل محلول فهلينج أم لا ، كافى (نح ٧٤)

(ب) خذ ١٠ سم م م من محلول وأضف اليها ثلاث نقط أو أربعا من حامض الكلوريدريك القوى واغل الجميع مدة ٢٠ دقيقة وبعد معادلة الحامض بمحلول من كربونات الصودا اغله وأعد فحصه بمحلول فهلينج .

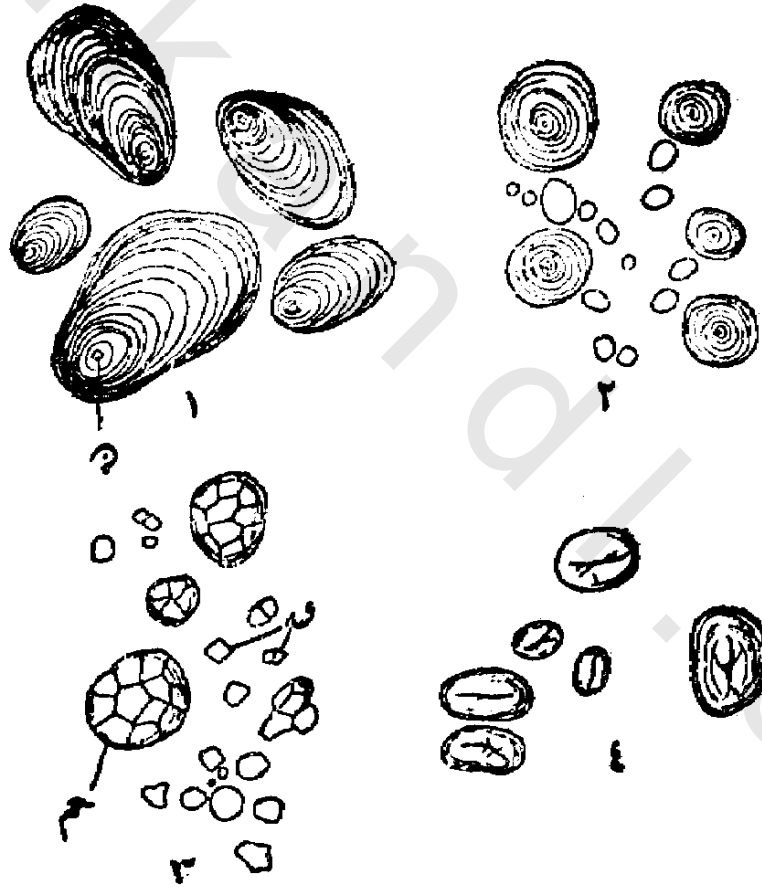
(٤) مولتوز (ك بد ا) هو نوع من السكر مكون بتأثير الانزيم دايستاز فى النشا وهو يوجد فى بزور شعير البيرة المستنبئة (Malt) وغيره من الحبوب المستنبئة . وهو قابل للاختبار بواسطة الخميرة مباشرة ويختزل محلول فهلينج ولكن ليس بدرجة سكر العنب .

(ب) النشا (ك بد ا) يوجد هذا الكربوايدرات على شكل حبوب عضوية صغيرة الحجم صلبة متركبة من طبقات عديدة بعضها فوق بعض ومنظمة حول نواة أو سرة تكاد تكون مركزية ، على أنه قد يرى نواتات أو أكثر فى نفس الحبة فتسمى الحبة إذ ذاك "مركبة" وحبوب النشا تكونها بلاستيدات الخلايا عادة وأوفر ما تكون فى الجذور والدرنات والحبوب حيث تكون بمثابة مخزن من الغذاء المدخر . ويوجد النشا فى حبوب الغلال الحافة بنسبة ٥٠ الى ٧٠ فى المائة من وزنها وفى البطاطس بنسبة ١٠ الى ٣٠

وحبوب النشا تختلف حجما وشكلا حتى فى نفس النبات على أنها فى بعض النباتات ذات خصائص ممتازة فى شكلها وأبعادها حتى ليستطاع تمييزها تحت الميكروسكوب . فحبوب النشا المستخرجة من درنات البطاطس منبسطة

بيضية بلا انتظام . حجمها كبير بالقياس الى غيرها ونواتها غير مركزية (Excentric) رقم ١ . (شكل ٦٩) .

وفى القمح والشعير يوجد من هذه الحبوب فى خلايا الاندوسبرم ما هو كبير وصغير وكلاهما مفرطح على شكل بزر العدس وله نواة مركزية (٢ . شكل ٦٩) .



(شكل ٦٩)

- (١) حبوب نشوية من البطاطس : ن = نواة الحبة (٢) حبوب نشوية من القمح .
 (٣) حبوب نشوية من الشوفان ؛ حم = حبة مركبة ؛ ق = قطع من حبة مركبة .
 (٤) حبوب نشوية من الفول . (مكبرا ٣٦٠ قطرا) .

أما فى فلقات بزور البازلاء والفول وغيرهما من النباتات القرنية فإن الحبوب بيضية وعلى شكل الكلوة (كما فى رقم ٤ . شكل ٦٩) وفيها شقوق متشعبة فى وسطها .

وتكون الحبوب فى القرطم بيضية مركبة ، جزئياتها المركبة لها (ن) صغيرة وزاوية (Angular) .

وتسمى المادة التى تكون الحبة ” بالنشا ” أو ” الأميلوز ” ويوجد منها على ما يظهر نوعان مختلفان اختلافا يسيرا وإذا عوملت بحلول اليود انقلب لونها أزرق بنفسجيا قائما .

وانزيم الدياستاز يحولها الى مالتوز وكثير من المواد القابلة للذوبان من المواد الكربوهيدراتية الشبيهة بالصمغ وهذه تسمى ” دكستريانات ” .

قد كان العالم ” ناجيل ” وغيره يرون أن حبة النشا تشتمل على مادتين هما ” الجرانيلوز ” و ” السلولوز النشوى ” و ” الفارينوز ” الذى يبقى كمتخلف غير قابل للذوبان إذا عوملت حبوب النشا باللعاب أو بالأحماض المخففة ، على أن هذا المتخلف لم يكن موجودا فى حبوب النشا من قبل ولكنه حاصل فعل المذوبات المستعملة وعليه فهو كما قال العالم ماير ” أميلودكسترين ” وإذا غلى النشا مع الأحماض المخففة استحال جلوكوزا ودكسترينا . وإذا غلى مع الماء انتفخ النشا وكوّن عجينة فالوذجية القوام غير قابلة للذوبان . وإذا عرضت لحرارة جافة أو حمصت الى درجة ١٥٠ - ٢٠٠ انقلب النشا أسمر واستحال الى نوع من الدكسترين .

وتشتمل حبوب النشا فى بعض الأحيان على مادة الأميلوز ومعها مقدار من الأميلودكسترين وهذا ينقلب أحمر اللون كالنيذ إذا عومل بحلول من اليود .

ويحصل على النشا التجارى بواسطة فصله فصلا ميكانيكيا من درنات البطاطس بعد هرسها أو من حبوب القمح والذرة .

تج ٧٦ : اقم بذرة من القمح والشعير والذرة والارز عرضيا بسكين واكشط بلطف جزءا صغيرا من الاندوسبرم وثبت في الماء واغص حبوب النشا بالقوتين الصغرى ثم الكبرى وانظر هل هي بسيطة أم مركبة ولاحظ صورتها وحجمها النسبي وكذا شكل السرة وموضعها في كل من هذه الحبوب .

تج ٧٧ : اقطع بذرة فولة وبازلاء مارا بالفلقين وكذا اقطع درنة بطاطس . واكشط الجزء المقطوع بمعد السكين وانقل الحبوب النشوية المنحصلة الى نقطة من الماء على لوحة زجاجية . واغص صورة الحبوب النشوية وحجمها وشكلها ودون ذلك .

تج ٧٨ : اقطع أجزاء رقيقة من قطعة من درنة بطاطس وكذا من بذرة قمح . واغصها بالقوة الصغرى واعمل رسما عن الحبوب النشوية الموجودة داخل الخلايا المنظورة .

تج ٧٩ : اعمل محلولاً قويا من يودورالبوتاسا في الماء وأضف اليه بعض بلورات اليود واترك المخلوط مدة اثني عشرة ساعة وهزها من آن لآن ليو م كله فأضف إليه ماء آخر حتى يصبح لون المخلوط كيتا (أحمر كالتينيد) .

عند فحص حبوب النشا في التجارب السابقة (٧٦ — ٧٨) ضع نقطة من هذا المحلول بالقرب من حدة قطعة الغطاء الزجاجى الشئى حتى يجرى ماء النقطة تحت الزجاجاة وتتصل بحبوب النشا ولا حظ تغير لون حبوب النشا .

تج ٨٠ : استخرج مستحلبا من الدياستاز كالآتى : هز خمس حبات من مسحوق المولت (الشعير بعد انباته وفصل الأجنة عنه) في خمسين سم م من الماء البارد وبعد تركه راكدا مدة أربع ساعات رشحه لتحصل على محلول رائق . ثم اطحن قليلا من النشا في الماء أو ليكن الطحن في هاون . وصب قليلا من المخلوط في دورق سعته ٢٠٠ سم م فيه ماء غال . فاذا برد فصب ٢٠ سم م تقريبا من هذه العجينة الرقيقة من النشا في ثلاث أنابيب اختبارية . بين وجود النشا بإضافة بضع نقط من محلول اليود المذكور في تج ٧٩ الى أنبوبة من الثلاث . وأضف الى

الاثنين الباقيتين ٣ م م أو ٤ من خلاصة الدياستاز وسخنهما الى درجة ٦٠ مئوية . واختبر وجود النشا فى احدى هاتين الأنبوبتين بأن تأخذ كل خمس دقائق بضغ نقط بشفاطة وتضيفها الى محاليل مخففة من اليود بعد أن تكون قد وضعت فى عدة أنابيب .

بعد مدة ينقلب النشا سكرًا ودكستريّن . فاذا حصل ذلك فاختبر وجود السكر بواسطة محلول فهلينج .

تبين هل تؤثر عجينة النشا الرقيقة فى محلول فهلينج . اذا لم يصف اليها دياستاز مطلقا .

السلولوزات — يتركب هيكل النبات الصلب من جدران خلوية بينها البروتوبلازم . وتكون هذه الجدران فى أول عهدها رقيقة ثم يغلب أن تغلظ من تراكم طبقة من المادة فوق طبقة على باطن الجدران حيث نتلامس بالسيتوبلازم . واذا كانت الخلايا فى حالة انقسام وكانت الجدران فى حالة تكون ترى هذه على صورة طبقات رقيقة من مادة السيتوبلازم ممتدة فوق الخلايا الآخذة فى الانقسام . وفى عملية التغلظ تبدو الطبقات الجديدة كأنما تكونت من تحوّل الطبقات الخارجية من السيتوبلازم وذلك لأنه اذا حدث غلظ فى جدار خلية شوهد نقص تدريجى فى المشتملات البروتوبلازمية من الخلية حتى لا يبقى من هذه المشتملات شئ فى تجويفها .

وقد جرت العادة بتسمية المادة المكونة لجدار الخلية "بالسلولوز" كأنما هو مادة كىماوية مفردة . على أنه يعرف الآن من هذا السلولوز أنواع مختلفة . وتتركب جدران خلايا النبات من محاليط أو مركبات من هذه السلولوزات مع غيرها من المواد .

فأما ما يسمى "بالسلولوز الأصيل" فيمكن الحصول عليه من وبر القطن وألياف الكتان بواسطة معالجة الأخيرة بمواد كىماوية شتى لازالة المواد المتحددة معها أو المختلطة بها . فما السلولوز إلا كروايدرات له ذلك الرمز النظرى الذى

تمثله (ك ب د ا) . هذا السلولوز الأصيلى غير قابل للذوبان فى الأحماض ولا القلويات المخففة ولكنه يذوب فى أوكسيد النحاسيك النوشادرى وفى محاليل كلورور الزنك المركزة الحارة وغيرها من المذوبات وإذا عومل السلولوز بحامض الكبريتيك واليود معا أوزنك اليود ازرقة لونه . وإذا عومل بحامض الكبريتيك وحده استحال الى سكر دكستروز .

وهناك نوع آخر من السلولوز يوجد فى جدران خلايا الأنسجة المتخشبة . فإذا حصل عليه خالصا من المواد المتحدة معه أو المختلطة به تبين أن هذه الأنواع مختلفة عن السلولوز الناتج من وبر القطن فى بنائها الكيماوى أكثر من اختلافها فى تركيبها النظرى المشار اليه . فهى تشتمل على نسبة مئوية من الأوكسيجين أكثر قليلا من ذلك وتكون أضعف مقاومة للعملية الهيدروليزية ولا تعطى إلا مقادير صغيرة من سكرى الدكستروز والمنوز إذا هى عوملت بحامض الكبريتيك ، وزد على ذلك أن الدهيد الفورفورال ينتج إذا تآدرت (Hydrolysed) سلولوزات من هذا القبيل من حامض الايدروكلويك المخفف . وجدران خلايا الأنسجة الاندسهرمية وفلقات البزور متكونة من مواد هيميسلولوزية وهى من الاختلاف عن النوعين المذكورين فى خواصها الكيماوية بحيث لا تستحق أن تدرج فى سلك السلولوزات مطلقا . إلا من حيث انها تشابه الآخرين فى مظهرهما وأنها هى المواد التى يتكون منها بعض جدران الخلايا . وأنواع الهيميسلولوزات سهلة الأدرتة بواسطة الأحماض والقلويات المخففة فتستحيل الى سكر الجللاكتوز والمنوز والبنروز . ولا يوجد أى نوع من السلولوزات المذكورة على حالة نقاوة فى النباتات مطلقا الا فى ألياف تبيلة القطن فقد يوجد نقيا ، وانما تكون متحدة أو مختلطة بمواد أخرى تكون ثلاثة أنواع أصلية مما يسمى "بالسلولوز المركب" كما هو مبين فيما يلى :

(١) بيكتوسلولوزات — هذه مركبات أو مخاليط متألفة من السلولوزات الأصلية مع البكتوز . وإذا أدريت الأخير مع الأحماض أو القلويات المخففة يعطى مادة بكتين التى هى مادة لتجلتن (Gelatinise) بسهولة . والجدر الخلوية من القطن الحام وألياف الكتان وغيره من الألياف غير الخشبية وكذلك غالب الأنسجة البرنشيمية ولا سيما أنسجة الجذور الشحمة والثمار كالجوز واللفت والتفاح والكثيرى تتكون فى الغالب من هذا النوع من السلولوز المركب .

ويؤكد مانجن (Mangin) أن أول الجدر التى تتكون أثناء انقسام الخلية إنما هى من البكتوز على الأخص . فأما الطبقات المسددة الثانوية من أغلب الجدران الخلوية غير الخشبية فهى مكونة من سلولوز وبكتوز معا .

ويلحق بالبيكتوسلولوزات مواد الميوكوسلولوزات المتكونة من سلولوز ومواد أخرى تعطى محاليل لزجة إذا أذيت فى الماء . وتوجد هذه المواد فى العادة فى بعض الجذور والثمار .

(٢) الاديوسلولوزات — تظهر الجدر الخلوية من النسيج الفلى كأنها مؤلفة على الأخص من مادة دهنية أو شمعية تسمى ”سوبرين“ (Suberin) متحدة مع مقدار قليل جدًا من السلولوز وبهذه المواد تلحق الكيوتوسلولوزات التى تتكون الجدر الخلوية فى بشرة النباتات . وتشبه المادة المعروفة بالكيوتن (Cutin) مادة السوبرين مشابهة قريبة فى تركيبها وخواصها . وإذا عوملت الجدر السوبرينية أو الكيوتينية بمادة كلورزئك اليود انقلبت سمراء ضاربة الى الصفرة وهما غير قابلتين لنفوذ الماء منهما وعلى ذلك فهما يمنعان فقدان الماء من الأنسجة المغطاة بهما . فأما أن الكيوتن والسوبرين هما حاصلان ناتجان من تحوّل مادة السلولوز مباشرة فهى مسألة لم تحل حتى الآن .

(٣) اللجنوسلولوزات — تتكوّن الجدر الخلوية فى النسيج الخشبي فى النباتات من لجنوسلولوزات وهذه مركبات متجانسة من :

(١) سلولوز أو اوكسيسلولوز .

(ب) بنتوزان وهذا يعرف ”بالصمغ الخشبي“ .

(ج) بعض مركبات عطرية لم تعزل نقية .

فأما المادتان ب و ج فيطلق عليهما فى العادة اسم ”لجنين“ أو ”لجنون“ واللجنوسلولوزات هى مكّنات ابتدائية من الأنسجة النباتية وليست سلولوزات صلبة ملبسة باللجنين تكوّنت بسبب تغيرات كىماوية ثانوية .

والجدر الخشبية تصبح قرنفلية اللون اذا هى عوملت بمادة الفلوروجلوسين وحامض الادر وكلوريك وتكون صفراء اللون فى محاليل كلورور الأنيلين وتصبح الجدر صفراء اذا هى عوملت بمادة كلورزنك اليود .

والجدر الخلوية من النسيج الخشبي فى الخشب الصمى من الأشجار وغيره من أجزاء النباتات تتلون أحيانا بالدباغ أى بالتين ومواد ملونة شتى .

ويتركب الورق على اختلاف أنواعه من سلولوز يحصل عليه من خرق التيل والقطن والخشب والقش غالبا .

تج ٨١ : لتحضير كلورزنك اليود يذاب ٢٥ جزء من كلورور الزنك وثمانية جزء من يودور البوتاسيوم فى $\frac{1}{4}$ ٨ أجزاء من الماء ويضاف اليه من اليود بقدر ما يجعل لون المحلول كلون سبيد غامقا .

أقطع قطاعات من السوق وغيرها من أجزاء النباتات وثبتها فى المحلول ، لاحظ أن الجدر غير الخشبية وغير الكيوتوكلازية ذات لون أزرق ولاحظ تأثير المحلول فى وبر القطن وفى قطاعات الخشب .

تج ٨٢ : اقطع قطاعات من البزور بواسطة مومى جافة . وثبت بعض هذه القطاعات في الماء واغصها وثبت البعض في الجليسرين النقي واغصها وانقع بعض بزور الخردل والكمّان في الماء . ولاحظ لزوجة سطح البزور .

تج ٨٣ : اقطع قطاعات من سوق نباتات شتى وثبتها في محلول مشبع من كلورور الانيلين اضعف اليه قطا قليلة من حامض الايدروكلوريك . هنا تتلون الجدران الخشبية بلون ذهبي .

(د) البنتوزانات — ويلحق بسلولوز الأنسجة النباتية كربوايدراتات تسمى البنتوزانات (ك د ا) واذا سخنت هذه المواد مع الأحماض المخففة ادرت وانقلبت سكرات بنتوزية (ك د ا) عرابينوز أوزيلوز .

وتتكون البنتوزانات أثناء عهود النمو الأولى ويزداد مقدارها بتقدم النبات في السن . ويظهر أن هذه الكربوايدراتات قليلة الفائدة في عمليات التغذية في النباتات ولكن أكلة العشب من الحيوانات تهضمها جزئيا وتمثلها . وهذه البنتوزانات شائعة في الأنسجة النباتية جميعها وأكثر ما تكون في النجيليات وقش الغلال .

(هـ) الأنولين (Inulin) — هو كربوايدرات له نفس التركيب المئني الذي للنشا وهو قابل للذوبان في الماء ويوجد ذاتيا في العصارة الخلوية من كثير من نباتات الفصيلة المركبة والناقوسية (Campanulaceae) وغيرها من الفصائل . وهو يوجد أيضا في بصلات كثير من نباتات الفصيلة الزنبقية (Liliaceae) والأماريليداسية (Amaryllidaceae) وكذلك في أوراق هذه النباتات وأجزائها الخضراوية ويكثر الأنولين في جذور الدهلية (Dahlia) والسريس (الشيكوريا) وفي درنات الطرطوفة إذ تحمل محل النشا كغذاء مكثز .

واذا وضعت أجزاء من هذه الجذور والدرنات فى كؤول قوى بضعة أيام انفصل الأنولين على صورة كتل كرية صلبة فى بلورات ابرية الشكل منتظمة على شكل متشعب خاص ولا يختل الأنولين محلول فهلنج ولكنه اذا غلى مدة طويلة فى الماء أو لمدة قصيرة فى أحماض مخففة انقلب كله الى ليفيولوز .

تج ٨٤ : انقع قطعة من جذر الطرطوفة فى كؤول مثل قوى بضعة أسابيع . واعمل قطاعات منها بعدئذ وثبتها فى جليسرين نقى واخصها بعد ذلك وارسم البلورات الكرية من الأنولين .

(٢) الدهون والزيوت الثابتة : هذه المواد التى هى مخاليط من مركبات شتى من الجليسرين والأحماض الدهنية تتركب من نفس العناصر الثلاثة التى توجد فى الكربوايدرات ولكن أوكسيجينها أقل من أوكسيجين تلك بالنسبة الى الهيدروجين فى الكربوايدرات وترى فى المبدأ غالباً على شكل نقط مستديرة صغيرة من جزئيات غير منتظمة تكاد تكون طرية أو نصف صلبة داخل سيتوبلازم الخلايا وبعد ذلك تجرى النقط بعضها الى بعض ثم تفرز فى العصارة الخلوية حيث تجتمع .

والزيوت والدهون مواد غذائية نباتية مكثزة وهى على ذلك تكثر فى الاندوسبرم وفى الفلقتين من البزور وكذا فى بعض الثمار . وبزور نبات الريب (نوع من اللفت) تشتمل على متوسط من الزيت مقداره ٤٢ فى المائة . أما بزور الكنان فتوسطها ٣٦ ٪ ومتوسط بزور القطن ٢٥ ٪ .

ويتكوّن مختلف أنواع الكعكات الزيتية (Oil cakes) ، أى الكسب التى تستعمل لتغذية المواشى ، من حثالة كثير من أنواع البزور والثمار بعد اذ استخرج أكثر ما فيها من الزيت بواسطة العصر وغيره من الوسائل .

نحج ٨٥ : اعمل قطاعات عريضة رفيقة من بزور اللوز واللفت والبندق البرازيلى والكّان .
ثبتها فى الماء واغصها بقوة مكبرة لاحظ استدارة النقط الزيتية ولعانها فى الخلايا وفى الماء
حول القطاع .

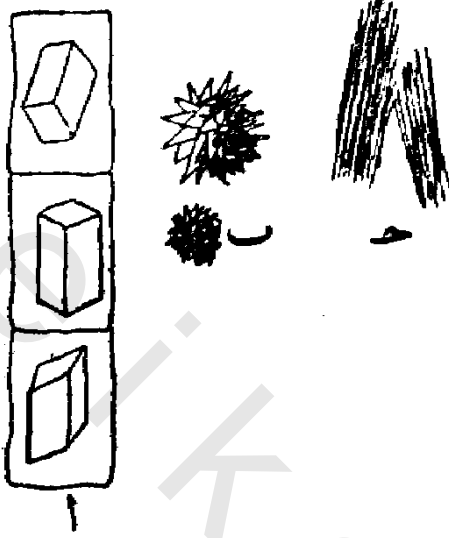
(٣) الزيوت الطيارة أو الأساسية — يعزى الى هذه المركبات تلك
الرائحة العطرية التى توجد فى كثير من النباتات كالورد والنعنع واللاوندة
والفليسة .

وكثير من الزيوت الأساسية متكوّن من كربون وايدروجين فقط فى حين
أن غيرها يشتمل فوق ذلك على أوكسيجين . وهى توجد غالبا على شكل نقط
فى سيتوبلازم الخلايا وقد تجتمع هذه النقط فى أجزاء خاصة من الشعيرات
الغددية وغيرها من التخوت الزهرية .

(٤) الأحماض العضوية : أشيع أمثلة هذه المركبات التى توجد فى خلايا
النباتات الخضراء هى حوامض الاكساليك والماليك والستريك والطرطاريك .
وتوجد إما منفردة أو متحدة مع قواعد شتى عضوية أو معدنية فتكوّن إذ ذاك
أملاحا حمضية أو متعادلة .

وأشيع ما فى النبات من الحوامض هو الحامض الأوكساليك وهذا يكون
منفردا وفى الاكثر يكون متحدا بالكلسيوم او البوتاسيوم فى النسيج البرنشىمى
من الأوراق والسوق والجذور وإلى الملح البوتاسى الحمضى تعزى حموضة
طعم أوراق الحميض (روميكس) وبعض أنواع الأوكساليكس .

وبلورات أوكسالات الجير شائعة جدا فى أنسجة عدد عظيم من النباتات
وهى تتكوّن فى الفجوات التى فى السيتوبلازم وتحدث على شكل (١) بلورات



(شكل ٧٠)

- (١) بلورات مفردة كبيرة من أوكسالات الكلس من خلايا برنشيمة ورقة البرسيم الحجازى ؛
(ب) مجاميع بلورية من ورقة الراوند ؛
(ح) حزم بلورية من ورقة نبات الفخسيا .

مفردة (١ . شكل ٧٠) .
(٢) مجاميع بلورية متشعبة (ب)
أو (٣) حزم من البلورات الابرية
الشكل أورافيدات (ح) وهذه
الصورة شائعة فى الخلايا فى كثير من
ذوات الفلقة المفردة .

أما حوامض المالكىك والستريك
والطارتاريك فتوجد منفردة أيضا
أو متحدة مع الجير أو البوتاسا ولا سيما
فى أنواع شتى من الثمار الفجة ويشتمل
الليمون على ٥ الى ٧ فى المائة
من الحامض الستريك .

نمج ٨٦ — عالج أوراق بعض البرسيم والجلبان وأوراق غيرهما بماء جافيل (كما فى نمج ٧٠)
واغسلها فى الماء وثبت قطعة صغيرة فى الجليسرين .

ثم لاحظ صورة بلورات أوكسالات الكلسيوم وموضعها فى الأوراق . واعرف فى أى
جزء من أنسجة الأوراق تكثر هذه البلورات .

(٢) المواد النتروجينية العضوية — تشتمل هذه المركبات على عنصر
النتروجين وكثيرا ما تشتمل أيضا على عناصر أخرى كالكبريت والفوسفور
فضلا عن الكربون والهيدروجين والأكسجين .

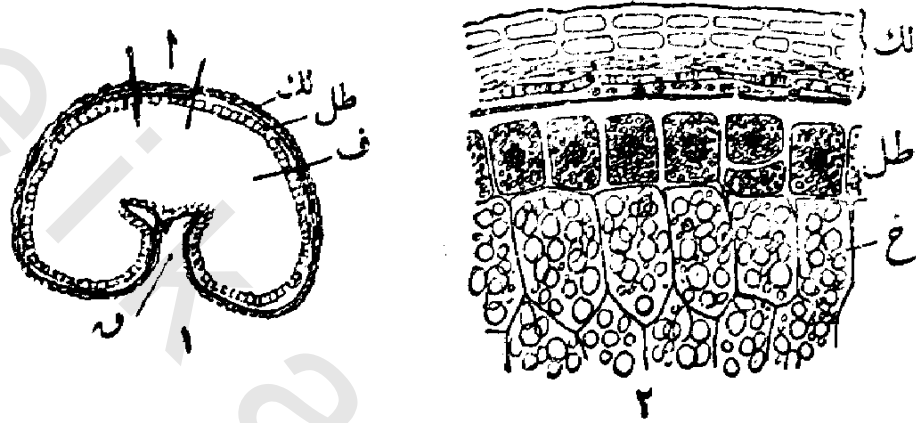
وأهم أمثلتها البروتيدات والاميدات والالكلويدات .

(١) البروتيدات — البروتيدات مركبات معقدة التركيب جدًا لم يمكن الى الآن معرفة علامتها الكيماوية . وهى فى العادة لزجة القوام كبياض البيض وهى كمثلها تتجمد بالتسخين ؛ بعضها قابل للذوبان فى الماء وبعضها غير قابل . وأبسط أنواع البروتيدات مركبة من الكربون والايديروجين والأكسجين والنيتروجين والكبريت وهى تشتمل على ما بين ١٥ و ١٧ فى المائة من النيتروجين وما بين $\frac{1}{4}$ و ٣ فى المائة من الكبريت وبما أن البروتوبلازم يتركب فى الأكثر من بروتيدات فهى ترى فى كل أجزاء النباتات الحية وزد على ذلك أن منها ما يوجد ذائبا فى العصارة الخلوية .

وبعض البروتيدات تكون مخزونة فى الفجوات الخلوية وفى العصارة الخلوية من البزور وغير ذلك من الأعضاء الساكنة (Resting Organs) كغذاء لتتروچنى مخزن على صورة حبيبات صلبة مستديرة أو غير منتظمة الشكل وتسمى هذه ” بالحبيبات الأليرونية “ (Aleuron-grains) أو ” الحبيبات البروتيدية “ وهذه الحبيبات الأليرونية تكون فى الغلال صغيرة جدًا ومستديرة وتكون مخزنة على الأخص فى الطبقات الخارجة من الاندوسبرم (شكل ٧١) . أما فى غيرها من البزور النشوية كالفول والبازلاء فتكون صغيرة ولكنها فى كثير من البزور الزيتية كحبوب الحروع والبندق البرازيلى تكون كبيرة وتشتمل فى الجملة على جزء صغير مستدير من فوسفات الكلسيوم والمغنيزيوم مضاف الى بلورة بروتيدية أصغر منه أو أكبر .

وتشتمل بزور الترمس على متوسط فى المائة من البروتيد قدره ٣٤ و بزور الفول على ٢٤ والقمح على ١٣ والشعير على ١٠ والقش على ٣ والبطاطس على ٢ واللفت على ١ تقريبا .

والبروتيدات الصلبة تنصبغ بفعل اليود فتقلب صفراء .



(شكل ٧١)

(١) قطاع عرضى من حبة القمح . لك = برىكارب ؛ طل = طبقة اليورونية ؛ ف = جزء نشوى من الاندوسبرم ؛ ق = قناة فى ظهر الحبة . (٢) الجزء أ من القطاع المذكور (مكبرا ١٦٠ قطرا) ؛ لك = برىكارب ؛ طل = طبقة اليورونية ترى الحبيبات الاليورونية الصغيرة ونواة مركزية داخل كل خلية ؛ خ = خلايا اندوسبرم تشتمل على حبوب نشوية .

تج ٨٧ : (١) اقطع قبة قسمين عرضيين ثم اقطع شريحة رقيقة مشتملة على جزء صغير من الطبقة البرىكاربية والاليورونية كما فى شكل (٧١) .

ثبت ذلك فى جليسرين مخفف وضع نقطة من محلول اليود تحت الغطاء الزجاجى . لاحظ لون حبيبات النشا والحبيبات الاليورونية .

(٢) اعمل قطاعا مثل ذلك من حبة الشعير وانتارهل الطبقات الاليورونية فى هذه الحبة مثل ماهى فى حبة القمح ؟

تج ٨٨ : اعمل قناتات من فلفلى النول والبازلاء وثبتها فى جليسرين مخفف ثم افحصها . لاحظ الحبيبات الصغيرة الاليورونية فى الخلايا هى والحبيبات النشوية الكبيرة . اصبغها باليود ثم أعد فحصها .

(٣) الأميدات — هذه المواد مركبات نتروحينية بلورية قابلة للذوبان توجد ذائبة في العصارة الخلوية . وأكثرها حوامض أميدية أمشتقات بسيطة منها . وهى مواد مخترنة توجد على الأخص في الريزومات والبصلات والدرنات والجذور من النباتات ويندر أن توجد في البزور الكامنة وأشيع هذه المواد انتشارا مادة الاسبراجين (Asparagine) فهى توجد في برنشيمة كل أجزاء النباتات تقريبا وتكثر على الأخص في صفار فراخ الهليون وأزهار البروكسل ودرنات البطاطس وفي بوادر الترمس والجلبان وغير ذلك من النباتات القرنية المزروعة في الظلام .

ومن الأحماض الأميدية الشائعة الجلوتامين والبيتين واللوسين والتيروسين وهذه توجد في بنجر السكر واللفت وغيرهما من الجذور .

(٣) الالكلويدات — هى مركبات عضوية قاعدية أكثرها سام وتكون الجوهر الفعال في كثير من النباتات المستعملة في الأقرباذين وأعرف أمثلتها المورفين الذى يحصل عليه من الخشخاش (أبي النوم) والنيكوتين الذى يستخرج من شجرة التبغ والهايوسيامين الذى يستخرج من شجرة الهايوسيامس ميوتيكوس ، والأستركنين الذى يحصل عليه من الجوز المقيء .

الفصل الثاني عشر

تركيب النباتات

ثمة

١ — مكونات النباتات الأولية — قد دل التحليل الكيميائي على أن العناصر الآتية موجودة دائماً في المركبات التي تتكون الجسم من النبات الأخضر السليم البنية . تلك هي الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والسليكون والكبريت والفسفور والكلورين والبوتاسيوم والصوديوم والكلسيوم والمغنيزيوم والحديد .

وفي أعشاب البحر يوجد البرومين والأبدين عادة وقد اكتشفت عناصر أخرى كثيرة مثل الألومنيوم والحرسين والنحاس بمقادير صغيرة في بعض أنواع النباتات .

إذا أحرق المادة الصلبة من النبات انطلق الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين منها إلى الهواء على صورة ماء وثاني أكسيد الكربون وعلى صور نيتروجين مطلق وغير ذلك من المركبات الطيارة ، فأما بقية العناصر المذكورة فتبقى فيما يسمى بالرماد .

على أنه إن كان التحليل الكيميائي يساعدنا على تعيين العناصر الخاصة التي يتركب منها جسم النبات فإنه لا يمدنا بواسطة تعييننا على معرفة كم من هذه العناصر يلزم لبقاء النبات وأياً ألزم لذلك .

وبما أن أكثر النباتات لا يشتمل في تركيبه على خرصين ولا قصدير ولا رصاص فظاهر أن هذه العناصر وغيرها مما تكون في النبات أحياناً ليست

ضرورية لنمو النبات . أما أن الكربون والاييدوجين والاكسيجين والنروجين هى عناصر جوهريّة لازمة ، فأمر يمكن استنتاجه من أن هذه العناصر هى جوهريّة فى تركيب المركبات العضوية التى تبنى بها جدران الخلايا وبروتوبلازمها على أنه لا يترتب على هذا القول أن العناصر التى توجد فى النباتات دائماً هى كذلك جوهريّة اللزوم لحياة النبات .

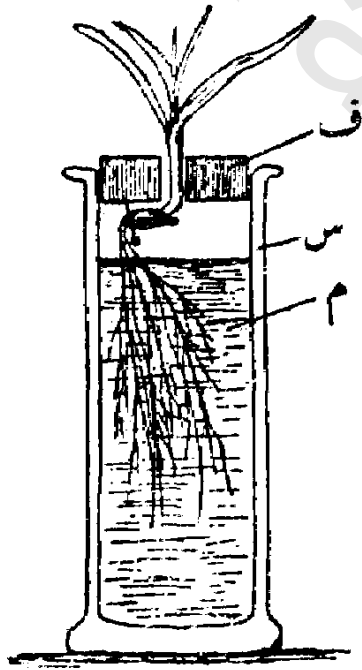
ولكى نعين بالدقة أى العناصر لا يمكن الاستغناء عنه فى صحة تغذية النبات ونموه ، يجب اجراء تجارب زراعية فى التربة أو غيرها من البيئات المعروفة التركيب بالدقة والتى يمكن تعديلها وجعلها تحت اشراف المباشر . وخير ما يكون ذلك بواسطة الزراعة المائية أو الزراعة الرملية التى هى انماء النباتات فى ماء نقي أو فى رمل خالص أضيف اليه مركبات من مختلف العناصر التى يراد درس تأثيرها . بواسطة هذه التجارب أمكن اثبات أن عشرة عناصر فقط هى حقيقة جوهريّة لنمو النباتات الخضراء وهذه العناصر هى الكربون والاييدوجين والاكسيجين والنروجين والكبريت والفسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكلسيوم والحديد وربما وجب اضافة الكلورين اليها .

كل المجهودات التى عملت لانماء النباتات فى التربة (أو الماء) التى استخرج منها عنصر أو أكثر من هذه العناصر قد انتهت بالفشل . أما بقية العناصر التى توجد أحياناً فى رماد النبات فهى نافلة حتى أن الصوديوم والسليكون اللذين هما موجودان فى كل النباتات الباقية فى الأراضى العادية ليسا مما لا يمكن الاستغناء عنه اذ يمكن تربية نماذج صحيحة من النباتات قادرة على اعطاء بزور بدونها .

تج ٨٩ : الزراعة المائية — لتنمية النباتات فى محاليل مغذية تستعمل اسطوانات زجاجية أو قنينات واسعة الرقبة تسع ٦٠٠ أو ٧٠٠ سم م م ويجب قبل استعمال الاسطوانة أن تنظف بحامض النريك ثم تغسل بعد ذلك بالماء المقطر غسلاً جيداً . ويجب أن تسد بغطاء فلى خرق فيه ثقبان أحدهما لخروج ساق النبات المراد نميته والآخر تنزل فيه أنبوبة قصيرة تصب الماء فى الاسطوانة بدل

الماء الذى يفقد فى عملية النتج ويجب أن لا تشتمل المحلولات المستعملة على أزيد من مقدار يتراوح بين ٢ و ٥ جرامات من أملاح ذائبة فى ١٠٠٠ جرام من الماء . فأما تركيز المحلول أكثر من ذلك فهو مضر بالتقويز على ذلك أنه يجب أن يكون المحلول حمضى التفاعل قليلا . أما المحاليل القلوية فهي مضرّة .

وقد يختلف تركيب المحلول اذا أريد تمام تغذية النبات اختلافا كبيرا ما دامت العناصر الجوهرية موجودة فى حالة مناسبة لامتصاصها بواسطة جذور النباتات . والمحاليل التالية تشتمل على كل ما يتطلبه النباتات الخضراء . فأما الكربون الضرورى فيحصل عليه من ثانى أكسيد الكربون الجوى .



(شكل ٧٢)

مزرعة مائية فيها نبات شعير . س
= وعاء زجاجى اسطوانى ؛ م =
محلول زراعى ؛ ف = سداة
فل مثقوبة .

جرام	
ماء	١٥٠٠
نترات الكالسيوم	٢
كلورور البوتاسيوم	١/٢
كبريتات المغنسيوم	١/٢
فوسفات البوتاسيوم الحمضى	١/٢
بعض نقط من محلول كلورور الحديدك	

وتوصلا لظهور هذا الأمر ظهورا بينا يزرع الشعير والذرة والفول والبنور ، ولكن يجب قبل ذلك انبات البزور فى نشارة رطبة أو على ورقة نشاف مبللة فاذا كبرت البوادر حتى أصبحت سهلة على التناول بالاصابع وجب وضعها كما فى (شكل ٧٢) بحيث تنغمس جذورها فى المحلول المزرعى . أما سوقها فيسمح لها أن تنمو وتخرج من الثقب الموجود فى السداة (ف) ويمكن تزييت بوادر الشعير والفول والذرة بواسطة دبوس يفرس فى جانب البريكارب أو غلاف البزرة حتى يصل الى الجانب الأدنى من السداة ، أو يمكن حملها بوضع قطن فى الثقب الذى تخرج من الساق .

ومن المهم أن لا ينغمس فى المحلول إلا الجذور وحدها لأن تبلل الأندوسبرم والفلقتين والسويق السفلى الجينية يؤدى فى الغالب الى ضعف صحة النبات ثم الى موته . ويجب تغطية جوانب الأسطوانة الزجاجية بورق مقوى أو عدة طبقات من الورق لمنع دخول الضوء والحرارة الى المحلول . أو توضع الاسطوانة فى صندوق يشتمل على ألياف من ألياف النخل ويحجب وضع المزرعة فى ضوء الشمس المباشر حتى يبق المحلول الذى انغمست فيه البذور بارداً وفى التجارب التى يمتد أجلها بضعة أسابيع يجب تغيير المحلول المذكور كل أسبوع . ويجب وضع النبات من آن الى آن يوماً أو يومين بجذوره فى ماء مقطر أو فى ماء يشتمل على مقدار قليل من كبريتات الكلسيوم .

تج ٩٠ : هيء مزرعة مائية كما سبق الوصف ولكن لا تضاف كلورور الحديدك أو أى مركب آخر من الحديد الى المحلول وقارن نمو النبات بآخر نام فى محلول تام .

تج ٩١ : لاحظ الفروقات الموجودة بين النباتات النامية فى محاليل تامة كما سبق الوصف وغيرها من النامية فى المحلولين الآتين اللذين فقد منهما النتروجين والبوتاسيوم على التوالى :

محلول بغير بوتاسيوم	محلول بغير نيتروجين
جرام	جرام
ماء ١٠٠٠	ماء ١٠٠٠
نترات الكلسيوم ١	كبريتات الكلسيوم ١
كبريتات المغنسيوم ١/٢	فوسفات البوتاسيوم الحمضى ١/٢
فوسفات الصوديوم الحمضى ١/٢	كبريتات المغنسيوم ١/٢
كلورور الصوديوم ١/٢	كلورور البوتاسيوم ١/٢

وأضف الى كلا المحلولين بضع نقط من محلول كلورور الحديدك .

٢ - المكونات الجوهرية الأولية فى النباتات .

إليك بياناً مختصراً عن العناصر التى هى ضرورية جداً لتغذية النباتات .

(١) الكربون — مكوّن جوهري للبروتوبلازم ويدخل بكثرة في تركيب الجدر الخلوية وكذا في كثير من الغذاء النباتي المختزن . ومقداره الموجود في النباتات يبلغ في العادة ما بين ٤٠ و ٥٠ في المائة من ثقل المادّة الصلبة التي فيها . وأكبر جزء منه وارد من ثاني أكسيد الكربون الجوي ولكن في بعض الأحوال (ولعله في كلها) قد يؤخذ مقدار ما من الكربون من التربة على صورة مركبات عضوية .

والفطر من النباتات الدنيئة والحامول (كوسكوتا) والهاوك (أوروبانكي) من النباتات الراقية تحصل على كربونها على صورة مركبات كربونية عضوية من الحيوانات والنباتات الحية أو من البقايا المنحلة من هذه الأعضاء .

(٢) الايدروحين والأوكسيحين — يوجدان متحدّين بالكربون وغيره من العناصر في البروتوبلازم والجدر الخلوية وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات الموجودة في النبات . والايدروحين هو أحد مكوّنات الماء ويمتص على هذه الصورة من التربة . وما في المادّة الجافة من الايدروحين يتراوح بين ٥ و ٦ في المائة .

ومتوسط مقدار الأوكسيحين الموجود في المادّة الجافة من النباتات يتراوح بين ٣٥ و ٤٥ في المائة . ويمتص من الهواء (الذي يوجد فيه سائبا) في عملية التنفس ويؤخذ أيضا من التربة في النتراي والسلفات والكربونات والفوسفات .

(٣) النيتروحين — هذا العنصر يدخل في تركيب البروتين أو المواد الزلائية والأميدات وغيرها من المواد العضوية التي هي أقل من تلك أهمية . وهو يوجد أيضا في أملاح النتراي غير العضوية التي توجد غالبا بمقادير صغيرة في العصارة الخلوية من النباتات .

ومقدار النتروجين الموجود هو على الأخص كبير فى بزور النباتات القرنية فهو فى البازلاء بمقدار ٨,٤ فى المائة وفى الفول بمقدار ٥ ٪ وفى الترمس الأصفر بمقدار ٧ ٪ من المادّة الجافة . وفى حبوب الغلال النشوية مثل القمح والشعير والذرة يكون مقداره فى العادة أقل من ٢ ٪ .

والأجزاء الخضراوية من النباتات القرنية هى فى العادة أكثر اشتمالا على نيتروجين منها فى النباتات الأخرى فمقداره مثلا فى البرسيم الحجازى الذى قطع وقت ازهاره يتراوح بين ٢ و ٢ ½ فى المائة أما فى النجيليات فإن مقداره المتوسط يبلغ ٣ ¼ فى المائة تقريبا من المادّة الجافة .

وإذا استثنينا النباتات القرنية التى يحصل على أغلب نتروجينها من النتروجين الجوى السائب فإن النباتات الخضراء تأخذ هذا العنصر من التربة على صورة أملاح نتراتية عادة . وقد أثبت بواسطة المزارع المائية أنها قادرة أيضا على امتصاص النتروجين الموجود فى المركبات النوشادرية واستعماله ولكن لما كانت المركبات النوشادرية إذا أُلقيت فى الأرض تتحوّل الى نترات فى عملية النترجة (Nitrification) فإنه ممكن أن يقال ان النترات هى المصادر الطبيعية المهمة التى يؤخذ منها النتروجين اللازم للنباتات الخضراء . هذا وأنه وإن كان قد بين أن أغلب النباتات تستطيع النمو نموا حسنا إذا أمّدت بـنتروجين على صورة أملاح نوشادرية كما إذا أمّدت بنترات ، فقد وجد العالم مازيه أن المحاليل التى تستعمل من الأملاح النوشادرية إذا كانت مركزة بأكثر من نصف جرام فى الألف تتلف النباتات .

أما الأضرار التى تنجم عن النترات فلا ترى حتى يشتمل المحلول الذى يهبأ للجذور على ٢ فى الألف من الماء .

وإذا أعطى النتروجين للنباتات بمقدار كبير فإنه يزيد أوراقها ترعرا والسوق نضرة وكذلك الأعضاء الخضراوية. مثل هذه النباتات تكون خضراء قائمة ولا تدل إذ ذاك على استعداد إلى توليد أعضاء تناسلية وبزور.

(٤) الفسفور — هو مكون لكثير من المركبات البروتينية وأكثر ما يكون في بروتيد نواة الخلايا النباتية.

وهو فضلا عن أنه يوجد كعنصر مكون للمركبات العضوية يوجد أحيانا على صورة فوسفات غير عضوية. والفسفور يكون مقدارا كبيرا من رماد البزور، بغير إعطاء النبات مقدارا مناسباً من هذا العنصر لا يتم تكوين البزور ولا نموها بحالة مرضية ومقدار الفسفور المحتسب كحامض فوسفوريك في رماد حبوب القمح يتراوح متوسطه بين ٤٥ في المائة و ٥٠ وفي الفول ٤٠ ٪. وفي رماد الأجزاء الخضراوية يكون مقداره أقل من ذلك جدا فهو في قش القمح بمقدار ٥ ٪ تقريبا وفي اللفت ٧ ٪ وفي درنات البطاطس ١٧ ٪.

والفسفور تمتصه النباتات من التربة على صورة فوسفات البوتاسيوم والكالسيوم.

(٥) الكبريت — يدخل الكبريت في تركيب البروتينات وإن كان مقداره إذ ذاك قليلا يندر أن يزيد على ٢ ٪ وهو أحد مكونات "زيت الخردل" الذي يحصل عليه من كثير من النباتات الصليبية، ويوجد على صورة سلفات غير عضوية ويمتص على هذه الصفة من التربة.

(٦) البوتاسيوم — هذا العنصر يكثر على الأخص في رماد الأجزاء الحديثة السن من النباتات النامية بتنشط حيث يجري انقسام الخلايا وقد يكون البوتاسيوم مكونا أساسيا لبروتين بلازم كل أنواع الخلايا، ويوجد

أيضاً متحداً بمجوامض الطرطريك والأوكساليك والماليك وغيرها من الحوامض العضوية وغير العضوية في العصارة الخلوية . والأنسجة التي تشمل على مقادير كبيرة مخترنة من المواد الكربوايدراتية هي في العادة غنية بهذا العنصر مثل درنات البطاطس فإن ٢,٣ ٪ من مادتها الجافة هو بوتاسا (بو ١) ويوجد في العنب ٣ ٪ منه .

ويؤخذ من التربة على صورة نترات وكلورو وكربونات وكبريتات وفوسفات على الأخص والعمل الذى للبوتاسيوم في حياة النبات غير معروف بالتحقيق على أن أملاحه في رأى العالم ”دوفريز“ (De Vries) مخصوصة ببقاء حالة الانتفاخ في الخلايا ، وبما أن هذه الحالة ضرورية لنمو النبات فإن في هذا القول شرحاً موجزاً لما يرى من وفرة هذا العنصر في الأنسجة النامية . وقد لوحظ أن تثبيت الكربون في الأنسجة الخضراء يقف عند فقدان البوتاسيوم ، والغلال والبازلاء التي تزرع بغير مدد كاف من البوتاسيوم تنتج حبواً وبزوراً صغيرة الحجم نحيلة الجسم . ومكانة البوتاسيوم في تدبير النبات لا يمكن أن يشغلها غيره من العناصر التي من الطائفة المتصلة به مثل الصوديوم والليثيوم .

(٧) الكالسيوم — يظهر أن الفطر قادر على الاستغناء عن الكالسيوم ولكنه عنصر أساسي لتكوين النباتات الخضراء وهو يمتص من التربة كنيترات أو فوسفات أو كبريتات .

ويوجد الكالسيوم في الأجزاء الحديثة السن من النباتات عادة بمقادير صغيرة وقد لا يوجد مطلقاً في تلك الأجزاء زمناً ما فلا ينشأ عن فقدانه ضرر ظاهر . وأكثر ما يوجد الكالسيوم في الأجزاء الكبيرة السن من النبات كالأوراق التامة النمو والمشرقة على الموت والقشرة والنخاع فيكون على صورة أملاح

عضوية وغير عضوية ولا سيما الأوكسالات منها والكربونات ومقدار الجير (كل ١) الموجود في رماد قش الشعير والقمح هو في العادة ٧ ٪ .

هذا والبوادر وإن كانت تستمر في النمو مدة شهر أو شهرين بغير كالسيوم فإنها تلوح ضئيلة وتبدو عليها علائم ضعف الصحة . فإذا استمر في منع الكالسيوم عنها ماتت . وللكالسيوم كـ بعض العناصر الأساسية شأن متعدد الوجوه في التغذية النباتية .

وحامض الأوكساليك وأملاح الأوكسالات القابلة للذوبان تتكون في بعض النباتات . وإذا وجدت بزيادة خفيفة أضرت بالنواة وغيرها من محتويات الخلية ، ولكن اجتماع هذين وفعلهما السام إذا وجدت الأملاح الكالسيومية يمنع بتكون أوكسالات الكالسيوم غير القابل للذوبان .

والكالسيوم على كل حال لا يستعمل كله لمعادلة الحامض الأوكساليك إذ يوجد كثير من النباتات خال من الحامض الأوكساليك بتاتا ولكن وجد أن مثل هذه النباتات لا تزال تحتاج إلى هذا العنصر لتنام نموها .

أما فرض أن أوكسالات الكالسيوم هو حاصل حثالي (Waste) فلا يظهر أنه فرض صحيح في كل حالة إذ يوجد ما يدل على أنه قد يذوب ثانياً ويستعمل كمخزن من الكالسيوم .

(٨) المغنسيوم — يوجد في رماد كل أجزاء النبات ولا سيما في رماد البزور ويشتمل رماد حبوب القمح على ١٢ ٪ تقريباً من المغنيسيا (مغ ١) . أما رماد القش والأجزاء الخضرية (Vegetative) فتشتمل على أقل من ٢ ٪ . ويؤخذ المغنسيوم من التربة ككربونات وكبريتات على الأخص ولكن فائدته للنبات لا تزال غامضة .

(٩) الحديد — مقدار الحديد الموجود فى النباتات الخضراء هو فى العادة قليل ينذر أنه يزيد على ٠,٢ ٪ من الرماد . على أنه ضرورى جدا لتغذيتها إذ لا يمكن بغيره أن يتكوّن الغضير أى الكلور وفيل . ويوجد فى البزور مقدار كاف من الحديد لانتاج مقدار ما من الغضير، ولذلك فإن بضع الأوراق الأولى التى تنمو فى محاليل مزرعية خالية من الحديد تكون خضراء بسبب ذلك . فأما الأوراق التى تلو هذه فتكون باهتة اللون وغير قادرة على استعمال الكربون .

٣ — غير الجوهري من المكونات الأولى للنبات — من العناصر ما قد يوجد فى النباتات وجودا نادرا غير طبيعى فلا يحتاج أمره والحالة هذه الى الذكر . ومنها ما ان كان غير جوهري لنمو النباتات الخضراء — كالسليكون والصوديوم والكلورين — يرى فى رمادها . فهو جدير أن يلم به باختصار .

والنباتات الصحيحة البنية وان استطاعت أن تنمو مع فقدان كثير من العناصر التى تشاهد فى رماد النبات فان تلك العناصر التى تسمى "مكونات غير جوهريّة" قد تكون فائدتها تنبيه أو تقليل حركة الوظائف التى تقوم بها النباتات فالسليكون يكثر على الأخص فى الجدر الخلوية من الأجزاء الخارجية من السوق والأوراق من الشعير ، والقمح والنجيليات على الاجمال . ويشتمل أكثر من $\frac{1}{4}$ رماد الغلال على سليكا وكان يظن أن تراكم السليكون فى الجدر الخلوية يسبب صلابة القش التام النمو وكان رقود محاصيل الغلال يعزى الى فقدان ذلك المركب منها على أن هذا الرقود مسبب على الأخص من قلة النور المناسب لنموها الطبيعى . وقد زرعت الذرة وغيرها من الغلال فى مزارع مائية بغير وجود السليكون فكانت قوية القش تامة النمو، وزد على

ذلك أن التحليل قد أظهر أن القش في النباتات ذات المحاصيل الراقدة يشتمل في العادة على سليكون أكثر من قش النباتات القائمة السوق وأنه أحش منها .

وقد أمكن العالم "جودين" (Jodin) أن يزرع أربع نسائل من الذرة من غير سليكون. ويمتص السليكون من التربة على صورة سلكات قابلة للذوبان ويظهر أن قواعدها التي تتصل بها ينتفع بها في عمليات التغذية .

ويوجد الصوديوم على صورة كلورور شائعا في كل النباتات وأكثر مقدار منه يمتصه النباتات الهلوفيتية (Halophytic) التي تكثر في المستنقعات المالحة بالقرب من شواطئ البحار أو في الأراضي المجاورة للبحيرات حيث يكون الملح أكثر مما تحتمله النباتات العادية .

وكثير من النباتات الهلوفيتية مثل الجلاسورتس (Glassworts) (ليكورنيا هرباشياسا) والسولتورت (Saltwort) (سالسولا كالى) والبنجر وأنواع نبات الأتريپلكس (Atriplex) تتبع العائلة الرمرامية أو (Chenopodiaceae). وكثير من أنواع الفصيلة الصليبية مثل الكرنب إنما هو نسل من رتبة الهلوفيت. والهلون هو مثل آخر من الرتبة المذكورة.

وقد دلت التجارب المزرعية على أنه يمكن زرع أخص أنواع الهلوفيت بلا ملح على أنها إذا امتدت بالملح لاحت في مظهر مخالف لحالتها الأولى وكانت لها صفات فيسيولوجية مخالفة للنباتات المحرومة من هذا المركب . والأعضاء الخضراوية تصبح تحت تأثير وفرة الملح أسمن وأكثر لحما وأزيد عصارة وأقل عرقا منها إذا هي زرعت بغير ملح كثير .

والعادة فى النباتات التى كالغلال وغيرها مما لا يزرع عادة بالقرب من البحر أن تقتلها المحاليل التى تشتمل على أكثر من ١ أو $\frac{1}{4}$ فى المائة من الملح . أما بنجر البحر وبعض أنواع الأترابكس فلا تتأثر بالمحاليل التى تشتمل على ٣ أو ٤ فى المائة من الملح .

الفصل الثالث عشر

الانتشار الغشائى (Osmosis) — امتصاص الماء

الانتشار الغشائى — إذا ربطت مثانة مائت بمحلول سكرى ، من فتحتها بخيط ثم وضعت فى إناء ملى ماء نقياً وجد أن مقداراً عظيماً من هذا الماء يمرّ مسرعاً إلى باطن المثانة من جدرانها ويختلط بالمحلول السكرى بالرغم من أنه لا ترى فتحات يكون الماء قد تمزق منها .

وتظهر نتيجة انتقال الماء إلى الباطن فى الضغط الذى يحدث داخل المثانة وظهور التمدد فيها شيئاً فشيئاً كما يحدث لو أكره فيها الماء أو الهواء بطريقة ميكانيكية . ويتوقف مقدار الضغط الباطنى الحادث تحت هذه الظروف على مقدار السكر المذوب فى المحلول السكرى وعلى درجة الحرارة التى تجري فيها التجربة أيضاً . فإذا كان المحلول مركزاً حدث ضغط أعظم منه إذا استعمل محلول غير مركز وإذا كانت درجة الحرارة عالية كان الضغط أشد منه إذا كان المحلول على درجة واطئة .

والعادة فى النباتات التى كالغلال وغيرها مما لا يزرع عادة بالقرب من البحر أن تقتلها المحاليل التى تشتمل على أكثر من ١ أو $\frac{1}{4}$ فى المائة من الملح . أما بنجر البحر وبعض أنواع الأترابكس فلا تتأثر بالمحاليل التى تشتمل على ٣ أو ٤ فى المائة من الملح .

الفصل الثالث عشر

الانتشار الغشائى (Osmosis) — امتصاص الماء

الانتشار الغشائى — إذا ربطت مثانة مائت بمحلول سكرى ، من فتحتها بخيط ثم وضعت فى إناء ملى ماء نقياً وجد أن مقداراً عظيماً من هذا الماء يمرّ مسرعاً إلى باطن المثانة من جدرانها ويختلط بالمحلول السكرى بالرغم من أنه لا ترى فتحات يكون الماء قد تمزق منها .

وتظهر نتيجة انتقال الماء إلى الباطن فى الضغط الذى يحدث داخل المثانة وظهور التمدد فيها شيئاً فشيئاً كما يحدث لو أكره فيها الماء أو الهواء بطريقة ميكانيكية . ويتوقف مقدار الضغط الباطنى الحادث تحت هذه الظروف على مقدار السكر المذوب فى المحلول السكرى وعلى درجة الحرارة التى تجري فيها التجربة أيضاً . فإذا كان المحلول مركزاً حدث ضغط أعظم منه إذا استعمل محلول غير مركز وإذا كانت درجة الحرارة عالية كان الضغط أشد منه إذا كان المحلول على درجة واطئة .

ويرى مثل هذا الضغط الباطني المؤدى الى تمدد المثانة اذا استعيض عن محلول السكر بمحاليل من نترات البوتاسيوم وكبريتات النحاس وغيرهما من المواد . فلكل من هذه المركبات القابلة للذوبان قدرة مختلفة عن غيرها في جذب الماء من خلال جدران المثانة . والضغط المحدث من محلول يشتمل على واحد في المائة من السكر ليس كالذى يحدث من محلول من نترات البوتاسا .

ويرى في هذه التجارب أن المثانة على مرور الماء الى باطنها من خلال الجدران تخرج من السكر الذائب فيها أو المركبات القابلة للذوبان المستعملة مقدارا ما الى الماء الذى فى الاناء . ويلاحظ أن عملية الانتشار أو مرور المواد الذائبة تستمر خلال الغشاء حتى تصبح نسبة المحلول المثينة أو تركيبه ، أو قوته واحدة فى الداخل والخارج .

على أن فى الأغشية ما يسمح للماء بالتسرب منه ولا يسمح بذلك للسكر وغيره من المركبات الذائبة .

فانتشار أو مرور السوائل ومحاليل المواد من الأغشية التى لا ترى بها فتحات يسمى "الأوسموز" أو "الانتشار الغشائي" . والضغط المحدث فى داخل الأغشية القابلة لتفوذ الماء منها يسمى "الضغط الانتشارى" وقد يطلق على المواد الذائبة التى يتوقف عليها الضغط مبدئيا "المواد الانتشارية" .

وتصبح المثانة أو غيرها من الكيانات الممتدة بواسطة الضغط الانتشارى قوية أو مكتنزة لارخوة خرعة وتسمى فى هذه الحالة "مزندة" (Turgid) ويوجد فى العصارة الخلوية من خلايا النبات الحية مواد انتشارية مثل السكريات والأملاح المختلفة وتلك لها قوة جذب الماء الى الداخل واذا غمست الخلايا النباتية فى ماء نقي أصبحت منتفخة .

وتمتد الخلايا بواسطة الضغط الانتشارى فى كل أجزاء النباتات الحية التى تمتد بالماء الكافى ولا سيما فى تلك الجهات التى يكون النمو فيها مستمرا . وهذه الحالة التردد (Turgidity) هى سبب المرونة والاكتناز اللذين يشاهدان فى الأنسجة البرنشيمية الحية الرقيقة الجدران من الأوراق ومن النقط النامية وغيرها من الأجزاء اللطيفة البنية من النبات .

ويبلغ الضغط الموجود داخل الخلايا الصغيرة السن المتفتحة فى العادة خمسة أجواء أو عشرة وبسلطته يكره السيتوبلازم خارجا حتى يتصل بالجدران الخلوية فى كل النقط . وهناك يصبح الجدار الخلوى ممتطا حتى تساوى قوة التمدد (Elastic Recoil) الضغط الخارجى . وقد يكون الضغط المحدث فى خلايا الثمار المشتملة على مقادير عظيمة من المواد الانتشارية فى العصارة الخلوية (فى فصل البال حين يكثر وصول الماء الى الخلايا) كافيا لتمزق الجدر الخلوية فتتشقق الثمار .

على أن الخواص الانتشارية للخلية النباتية ليست كذلك التى لمثانة ملأى من محلول سكرى إذ فى كثير من الأحوال لا تسمح الخلايا المشتملة على سكر أو غيره من المواد بمرور هذه المواد الى الماء الذى قد تغمس فيه الخلايا .

وظاهر أن وجود أقل قابلية للنفاذ فى المواد التى ينسب إليها الانتفاخ قد يجعل بقاء أى نبات مائى مغموس فى الماء مستحيلا . وكذا يصبح صعبا اجتماع السكر وبقاؤه هو وغيره من المواد فى جذور البنجر وأشباهه من النباتات التى تنمو فى الأراضى الرطبة اذا كان البروتوبلازم وجدر الخلايا الخارجية قابلة لنفاذ هذه المركبات .

ولا بد لأي مادة تمر من أو إلى الخلية النباتية الحية من أن تتغذ في كلا الجدار الخلوي وبطانة السيتوبلازم الرقيقة . وفي حين أن الماء النقي يجد مسلكاً سهلاً في كلا الغشائين فالغالب أن السيتوبلازم إما أن يكون غير قابل مطلقاً لنفاذ المواد التي تخترق الجدار الخلوي بسهولة أو قابلاً لنفاذها بدرجة تختلف باختلاف نوع المواد . وفضلاً عن ذلك فإن قابلية نفاذ المواد في السيتوبلازم ليست سواء في كل وقت .

وإذا غمست خلية منتفخة في محلول من مادة اجتذبتها للماء أكثر من اجتذابها للمواد الذائبة في عصارتها الخلوية انسرب منها مقدار ما من مائها ونقص الضغط الانتشاري بذلك ثم صغر حجم الخلية وطرئت وارتخت . فأما إذا لم تفسد حيوية السيتوبلازم واستمرت حركة المحلول الانتشارية فإنه يؤخذ من الفجوة ماء أكثر ولكن يتكش السيتوبلازم مبتعداً عن جدار الخلية ويأخذ شكل كرة فارغة في مركز تجويف الخلية بدلاً من بقائه ملتصقاً بالجدار الخلوي وترخيصه للمحلول بالنفاذ إلى الفجوة . وتوصف الخلية في تلك الحالة بأنها مبلزمة (Plasmolysed) أي حدث فيها فقدان مادي . وتصبح المسافة الحادثة بين الجدار الخلوي وبين السيتوبلازم المتكش محتملة لمحلول كان قد نفذ إلى الداخل من الجدار الخلوي وحده دون السيتوبلازم الحي . وفضلاً عن ذلك فإن المواد الانتشارية الذائبة في العصارة لا تسير إلى الخارج في مادة السيتوبلازم . والخلايا المبلزمة بهذه الطريقة تستعيد حالتها الانتفاخية إذا هي وضعت في ماء نقي . هنا تنتشر المواد التي سببت التبلزم والتي كانت قد مرت خلال الجدار الخلوي . ويكون انتشارها إلى الخارج ثم يعود الماء فيدخل الفجوة حتى يصبح السيتوبلازم مكرهاً على ملاصقة الجدار الخلوي .

إذا قطعت ورقة أو فرع عليه أوراق من نبات ما وترك معرضاً للهواء انطلق الماء من الخلايا على عجل على حالة بخار ونقص انتفاخ الخلايا سريعاً وعلى ذلك فالأوراق بدلا من بقاء مروتها ومئاتها تصبح رخوة غير قادرة على النهوض بنفسها نهوضاً طبيعياً . وهذه الرخاوة فى الأجزاء الذابلة من النباتات إنما تحدث من فقد الماء من الخلايا إذ تنقص به حالة الانتفاخ وإن لم تكن الظروف التى تؤدى إلى فقد الماء واحدة فى كل الأحوال .

وإذا كان فقدان الماء من فرخ مقطوع لم يبلغ حدًا بعيداً وكان السيتوبلازم لا يزال حياً يمكن أن تعاد حالة انتفاخ الخلايا إلى ما كانت عليه بواسطة وضع طرف الساق فى الماء أو بإكراه الماء فى الفرخ الذابل على نحو ما هو مبين فى (تج ٩٨) .

وظاهر من الملاحظات والتجارب الواسعة أن مرور أى مادة فى حالة محلول من الخلية أو إليها إنما يضبطه السيتوبلازم إذ أن ظاهرات الانتفاخ وغيره من الخواص الانتشارية تبطل إذا أصاب الموت مادة السيتوبلازم هذه .

تج ٩٢ : الشرح قطعة مبللة من مئانة على فوهة زجاجة مصباح ثم اربطها على رقبتها بخيط ثم املاها حوالى $\frac{1}{3}$ الزجاجة بمحلول مشبع من السكر ثم علقها فى اناء مملوء ماء بحيث يكون المحلول السكرى الذى فى الزجاجة على سمت سطح الماء الخارجى . دعها كذلك بضع ساعات . ثم لاحظ أن الماء ينفذ من خلال المئانة إلى محلول السكر ويرفع سيمه .

تج ٩٣ : أعد التجربة السابقة واستعمل محلولاً من سلفات النحاس أو من بيكرومات البوتاسيوم . أنظر هل يمر هذا أو ذاك إلى الخارج ويلتص الماء الذى فى الاناء أم لا ؟

تج ٩٤ : اقطع بعض شرائح سمكها $\frac{1}{4}$ بوصة من البنجر واغسلها بماء مقطر ثم ضع :
(١) بعضها فى اناء فيه ماء مقطر .

(٢) وبعضها أولاً في ماء غال مدة دقيقة أو اثنتين لقتل سيتوبلازم الخلايا ثم نقلها إلى أناء فيه ماء مقطر ودعها في الأناء أربع ساعات . ثم خذ مقداراً قليلاً من الماء من كل أناء وابحث عن وجود الكريغفل هذا المقدار مع نقطة أو نقطتين من الحامض الأيدروكلوريك وإضافة محلول فلهنج بعد ذلك (أنظر تج ٧٤) .

تج ٩٥ : اقطع قطاعاً عرضياً من جزء من البنجر . واضعه أولاً في زجاجة ساعة ثم ضعه في الماء والحصه بالشيئية الضعيفة من الميكروسكوب .

(١) لاحظ وجود العصارة الخلوية الحمراء في الخلايا التي لم يصبها الأذى . ولاحظ أنها لا تتسرب إلى الماء .

(٢) دع بضع قطرات من محلول من الملح العادي بنسبة ٤ ٪ تمر تحت الغطاء الشبكي ولاحظ أنه عند نفوذ المحلول الملحي القديم اللون إلى الخلايا تبدأ عملية التبلزم (Plasmolysis) ويراجع السيتوبلازم عن الجدر الخلوية . لاحظ أن الماء وإن انسحب من خلال السيتوبلازم لا يسمح لسادة الملونة الموجودة في العصارة الخلوية بالانتشار إلى الخارج وذلك مشاهد في أن محلول الملح الذي يمر إلى الداخل من خلال الجدر الخلوية يبقى غير ملون .

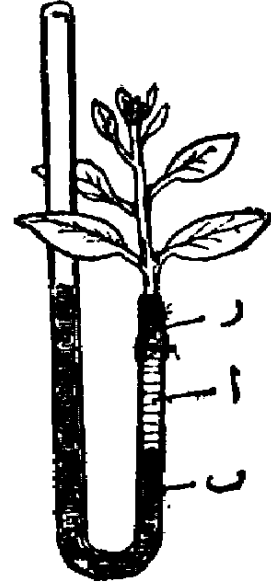
(٣) ارفع الغطاء الشبكي عندما تبلزم الخلايا ثم اغسل المحلول الملحي عنها بأن تنفع القطاع ثانية أو اثنتين في ماء نقي ثم أعد وضعها بعدئذ في الماء .

الحصه بميكروسكوب ولاحظ أن السيتوبلازم يستعيد موقعه الأصلي بالتدرج في ملاصقة الجدر الخلوية .

تج ٩٦ : اقطع قطاعاً مشابهاً للسابق من قطعة بنجر ثم اغمسها لحظة في كؤل مثل (Methylated spirit) لقتل سيتوبلازم الخلايا . ثم اغسلها بسرعة وثبتها في الماء ولاحظ أن العصارة الخلوية القرنفلية تنتشر الآن إلى الخارج في الماء المحيط .

تج ٩٧ : اضبط مقاس أجزاء طولها بوصتان أو ثلاث من الجذور الأولية الصغيرة السن من الفول أو البازلاء ومن غيرها من الأجزاء المنتفخة من النباتات . ضعه في محلول ملحي بنسبة ١٠ ٪ مدة ست ساعات أو سبع ثم خذ مقاسها بعد ذلك ولاحظ تكسب الأجزاء وارتخاءها الناجمين عن فقدان انتفاخ الخلايا .

تج ٩٨ : اقطع فرخ طرطوفة واتركه يذبل فى غرفة عادية مدة ساعة ثم لاحظ حالة الزهـل والاسترخاء التى تصيب أوراقه بعد ذلك وبعد قطع نصف بوصة من الساق أوصله بأنبوبة زجاجية منحنية بواسطة قطعة من أنبوبة مطاط (ر) كما فى شكل ٧٣ ثم اربط أنبوبة المطاط الى الأنبوبة الزجاجية ربط محكم والى الساق ثم املا بعض الأنبوبة الزجاجية بالماء واحرص أن يبقى الهواء بين طرف الساق والماء ثم صب زيتا حتى يصبح السمـت فى الطرف الخالص من الأنبوبة الزجاجية أعلى بكثير مما هو فى الآخر (ب) ؛ هنا يكره ضغط الزيت بالماء (١) فى الفرخ وسرعات ما تبدأ الأوراق فى استعادة موضعها وصلابتها .



(شكل ٧٣)

٢ - امتصاص الماء - يكون الماء فى كل النباتات النشطة النمو أكثر من نصف مجموع وزنها . فهو يشبع مادة البروتوبلازم الحية والجدر الخلوية ثم هو أهم مكونات العصارة الخلوية .

تستخدم النباتات الماء للابقاء على حالة الانتفاخ فى خلاياها وتستعمل مقدارا قليلا منه كمادة غذائية بل هو أيضا عظيم الأهمية لاذابة مواد الغذاء المختلفة الموجودة فى النبات وحملها الى مختلف الأعضاء المتطلبة التغذية . فضلا عن أن امتصاص الماء هو الوسيلة الوحيدة التى يحصل بها النبات على مواد الزاد الجوهريـة التى تستمد من التربة . إذ أنه لا يمكن أن تجدد هذه المكونات اللازمة سبيلا الى الدخول فى النباتات حتى تكون ذائبة فأما الجزيئات الصلبة من الأسمدة أو غيرها من مركبات التربة مهما صغرت فلا تأخذها النباتات .

ويدخل الماء وما تمتصه النباتات من المركبات الذائبة جسم النباتات بواسطة الانتشار الغشائى . على ذلك فلا تستطيع الدخول إلا من خلال

أعضاء جذرها الخلوية الخارجية غير مشتملة على كيوتين أو سوبرين (Cutin or Suberin) ويحدث امتصاص الماء وامتصاص المواد الزائدة الذائبة أثناء حياة النبات الحقلّي أو البستاني العادي في وقت واحد بالضرورة على أنه قد تعد كل منها ظاهرة مباينة للأخرى .

وقد تناولنا البحث في طبيعة المواد الذائبة التي تمتصها النباتات وفي الشروط التي تضبط امتصاصها في الفصلين الثاني عشر والخامس عشر فيحسن بنا ههنا أن نتناول بحث امتصاص الماء وحده .

ان النباتات التي تعيش مغمورة غمرًا تامًا في البحر والبرك والانهار يندر أن يكون لها أديم تام النمو وهي تستمد الماء من خلال سطوح سوقها وأوراقها وكذا من خلال جذورها . أما مغلات الحقول والبساتين وكل النباتات الأرضية العادية فتمتص كل ما يلزمها من الماء من التربة بواسطة جذورها فقط .

وإذا ترك الماء في تربة أص (قصرية) زرع فيه نبات ما بجفف الماء أخذ النبات في التنكيس والذبول ولا يمكن أن يستعيد النبات سيرته الأولى تمامًا بأي مقدار من الماء يكره فيه بالحقن بل ولا بغمس الأوراق والسوق في الماء مادامت التربة باقية جافة . وفي التربة الصالحة الجيدة الصرف ينزل المقدار الأكبر من المطر الذي يسقط عليها متخللاً أجزاءها حتى يصل إلى التربة (Subsoil) (*) ولكن يبقى مقدار منه في التربة على شكل طبقات من الماء رقيقة أو غير رقيقة تحيط كل جزئ صلب من الجزيئات التي تتكوّن منها التربة .

(*) التربة : كلمة مركبة منحوتة من "تحت التربة" (المعرب) .

فى مثل هذه التربة يبقى بعض الماء فى المسافات الدقيقة الموجودة بين جزئياتها ويصعد مقدار منه من التربة بواسطة الامتصاص الشعرى (Capillarity) الى هذه المسافات فى الطبقات العليا من التربة . والترتب الصالحة الجيدة الصرف ، وهى تستبقى مقدارا مناسباً من الماء ، تسمح بنفوذ الهواء ودورانه فى باطنها بسهولة إلا حيث تكون التربة غدقة بالماء (Water logged) غير موافقة لنمو المغلات الحقلية والبستانية العادية فان كل المسافات بين الجزئيات المركبة لها تمتلئ بالماء وتطرد الهواء .

بعد ظهور الجذر الابتدائى من البزرة تنشأ جذور ثانوية منه على عجل ومن هذه تخرج جذور أخرى فتصبح التربة مختزقة فى كل الجهات بجذيرات دقيقة تبدر على أطرافها شعيرات جذرية كثيرة العد . وتأخذ الجذيرات النامية طريقها اندفاعاً فى الشقوق الصغرى الموجودة فى التربة فتتصل الشعيرات الجذرية بالجزئيات الصغرى من التربة وبطبقات الماء الرقيقة المحيط بهذه الجزئيات اتصالاً تاماً .

وقد كان يظن أن امتصاص الماء إنما يحدث بواسطة القلنسوات الجذرية التى تسمى "الاسفنجيات" (Spongioles) ولكن دلت التجارب على أن النباتات قادرة على امتصاص كل الماء الذى تحتاجه اذا كانت القلنسوات الجذرية معرضة للهواء أو كانت قد تلفت . مادام سائر الأجزاء الحديثة السن من الجذور متصلة بالماء .

وقد أثبت بواسطة التجارب أن امتصاص الماء إنما يحدث فقط خلال الشعيرات الجذرية وأحدث الأجزاء الموجودة فى جوار الشعيرات الجذرية . أما فى الأجزاء التى تليها فى السن وهى التى قد حفيت عنها الشعيرات وتغطت بنسيج من الخلايا القليلة فلا يستطيع الماء النفوذ منها .

جدران الشعيرات الجذرية تتكون من سلولوز عادي غير مكوتن (Uncutinizized) يتر من الماء بسهولة ويسبب وجود مواد انتشارية في العصارة الخلوية داخل الشعيرات تجذب الماء الذي تتصل به .

وبعد قيام الشعيرات الجذرية بعملها مدة قصيرة تذبل وتموت ولكن قبل حدوث هذا تظهر مجموعة جديدة من الشعيرات تنشأ على الجذيرات الآخذة في الامتداد .

وأ كبر نمو في الشعيرات يحدث على الجذور التي يسمح لها بالنمو في هواء رطب أو في تربة معتدلة الجفاف وإذا كانت الجذور كلها مغموسة في الماء لم توجد في العادة شعيرات جذرية ، إذ أن الامتصاص في هذه الجذور إنما يحصل بواسطة الخلايا السطحية غير الممتدة من الطبقة الشعرية ولا حاجة إذ ذاك لامتداد هذه الخلايا لتكون شعيرات طويلة .

في الأراضي الشديدة الجفاف يضعف نمو الشعيرات أو يمتنع .

ونظرا لدقة طبيعة الشعيرات الجذرية لا يمكن إزالة نبات ما من الأرض بغير فقص اتصال الشعيرات بالجزيئات الدقيقة من التربة واتلاف كثير منها اتلافا مؤبدا . فالنباتات المشتولة تتأذى تبعاً لذلك من الظمأ حتى تبدر شعيرات أخرى على الجذيرات .

وفي بعض النباتات لا تتكون الجذور والشعيرات الجذرية بسرعة وعلى ذلك فلا يمكن شتل مثل هذه النباتات . فإذا نقلت أشجار أو غيرها من النباتات فالواجب وقاية أصغر الجذيرات إذ يسهل منها خروج شعيرات جذرية جديدة . ويجب بعد شتل النباتات العشبية تجنب تعريضها لحق

جاف أو لضوء شديد مدة ما أو لغير ذلك من المؤثرات التى تدعو الى فقد الماء من الأوراق بواسطة التبخر ما أمكن ذلك (أنظر فصل ١٤) .

والامتصاص الانتشارى للماء بواسطة الشعيرات الجذرية انما يحدث اذا تيسرت لها الشروط الآتية :

(١) درجة معلومة من الدفء فى الترب المجاورة .

(٢) التعرض للهواء الطازج .

(٣) مقدار مناسب من الماء .

أنواع الكرب وغيره من النباتات قادرة على امتصاص مقادير كبيرة من الماء عند درجة التجمد ولكن اذا كان الماء على درجة تحت تلك كما يحدث فى شتاء بعض الأقاليم الباردة فان الامتصاص يقف أو ينقص جدا ولا يعود سيرته الأولى إلا على عودة أيام الدفء فى الربيع فحينئذ يبدو التنشط فى الجذور . ولذلك كان سقى جذور نباتات المنطقة الحارة ونصف الحارة وكذا سقى ما يزرع فى أصص موضوعة فى البيوت الحارة (التي تصنع لها فى البلاد الباردة) بمياه الآبار سببا فى عوق قوتها الامتصاصية بتخفيض درجة حرارتها تخفيضا كبيرا .

وقد أبان العالم ساتش أن امتصاص نبات التبغ للماء على درجة ٤ أو ٥ مئذية كان من القلة بحيث اعتوره الذبول بالرغم من أن جذور النبات كانت معرضة لفيض من الماء .

ودرجة الحرارة فى الأراضى المصروفة صرفا كاملا هى تبعا لوجود مقدار كبير من الماء الذى يحتاج الى كثير من الحرارة لتدفئته أقل فى العادة من الدرجة التى تؤدى فيها جذور النباتات الحقلية والبستانية وظيفتها أحسن أداء

وزد على ذلك أن هذه التربة لا تسمح بدوران الهواء الطازج في باطنها فتعاق عملية التنفس التي يحريها بروتوبلازم الشعيرات الجذرية الحى .

وإذا لم يدخل مقدار مناسب من الأوكسيجين أو إذا وجد في التربة مقدار كبير من ثانى أكسيد الكربون لتكوّن مركبات سامة في باطن الجذور بسبب سوء التنفس تؤدى الى ضعف صحة النباتات . وكذا الأمر في النباتات التي تزرع في الأصص فإنها إذا أفرط ريها ظهرت عليها علام أذى من قبيل ذاك .

وتموت الجذور أو تنمو نمواً سيئاً إذا نقلت نباتاتها ووضعت في التربة الى عمق بعيد . والشعيرات الجذرية وإن كانت تسير حتى تتصل بجزيئات الأرض اتصالاً كلياً وكانت مهينة خصيصة باستعمال الطبقات المائية الرقيقة التي تحيط بهذه الجزيئات لا تستطيع أن تسحب كل الماء الذى تستطيع الأرض استبقائه . وإذا تركت التربة للجفاف أخذت النباتات النامية فيها في الذبول بمجرد نقص الماء عن مقدار معلوم يختلف باختلاف تركيب التربة . فقد وجد أن نباتات الفول والتبغ والخيار تذبل وتموت في الأراضي البستانية الجيدة التي تشتمل على ١٢ الى ١٥ في المائة من الماء وفي الأراضي الصفراء التي تشتمل على ٨ في المائة .

تحج ٩٩ : ازرع فولة في أصص مليء من تربة رملية وأخرى في أصص مليء من تربة البستان . فإذا نما النباتان وأخرج كل منهما ورفات أربعة تامة النمو فضع التربة تحف . وعند موت النباتين استخرج التربة من كل أصص وابحث عن نسبة ما بقى فيها من الماء . وللقيام بهذا زن طبقاً من الصيني ثم ضع فيه مقداراً قليلاً من التربة وزنه بعد ذلك . فالفرق يكون وزن التربة . ضع الطبق بما فيه من التربة في فرن مائى ليجمد الماء واتركه كذلك خمس ساعات أو ستاً ثم إذا برد فزنه ، فالنقص الحادث في الوزن هو مقدار الماء المتبخر من مقدار التربة المأخوذة فاحسب من هذه الأوزان نسبة ما فقد من الماء في المائة .

تحج ١٠٠ : انتخب ثلاث برادر من نبات الكرنب تكون كلها بحجم واحد ما أمكن واقطع واحدة منها مع الحرص الزائد بما علق عليها من التربة حتى يكون الأذى الذى يصيب الجذور قليلاً ما أمكن

فأما الثانية فغذها وانقضى عنها كل ما عليها من التراب ، فأما الثالثة فبعد أن تنفض عن جذورها ترابها كله فانزع عنها أدق جذيراتها . ثم ازرع الثلاثة جميعها وراقب أحوال النمو فى الأيام العشر التى تلى يوم الزرع .

٣ — الضغط التسرى (Exudation Pressure). الضغط الجذرى —
 ”ادماء النباتات“ يمر الماء بواسطة الانتشار الغشائى بعد إذ امتصته الشعيرات الجذرية من التربة الى خلايا القشرة البرنشيمية المجاورة (ق ٢٠٦ . شكل ٦٢) ثم تمتصه الخلايا القشرية بعضها عن بعض حتى تنتفخ كلها انتفاخا عظما ثم تلحقها فى ذلك الانتفاخ الخلايا البرنشيمية الموجودة فى باطن اسطوانة الجذر الوعائية . فاذا بلغ الضغط درجة معلومة داخل أبعد الخلايا البرنشيمية الداخلة المتاخمة للاشرطة الزيلمية (الخشبية) (ز ٢٠٠ . شكل ٦٢) أصبح بروتوبلازم الخلايا قابلا لنفوذ الماء من خلاله وأكره جزء من العصارة الخلوية الذى به فى فراغات الأوعية والقصبية المتصلة بالخلايا ويسمى الضغط المحدث بواسطة خلايا القشرة البرنشيمية المنتفخة وخلايا النسيج الأساسى الموجود داخل اسطوانة الجذر الوعائية ”بالضغط الجذرى“.

وتصبح الأوعية وقصبية الحزم الوعائية تحت هذا الضغط ملأى بالماء وعند قطع ساق شجرة فى الربيع بعد إذ تكون الجذور قد ابتدأت فى عملها الامتصاصى وقبل تفتح البراعم ، يكره الماء على الخروج من الطرف المقطوع من الجذال الذى لا يزال متصلا بالجذر بمقادير كبيرة أو صغيرة ويسمى خروج الماء من النباتات التى قطعت ”بالادماء“ . وليس السائل الذى يكره على الخروج من نبات مدمأ ماء نقيا ولكنه محلول يشتمل على مقادير قليلة من مواد شتى مثل الكربوايدرات القابلة للذوبان والحوامض والأملاح العضوية وغير العضوية والبروتينات . ويشتمل السائل الخارج من شجرة الاسفندان

السكرى (Sugar maple) على ثلاثة في المائة من السكر وهذا يستخرج من السائل في بعض بقاع الدنيا وينتفع به كذلك .

وفي الكروم وغيرها من الأشجار قد يستمر الادماء بضعة أيام يترشح في أثناءها بضعة لترات من العصارة .

وبوصل مانومتر مناسب (أى مقاس ضغط) الى جذل ساق دائمية يمكن معرفة مقدار الضغط الذى أكرهت به العصارة على الخروج . ويبلغ مقدار هذا الضغط في الكرم أكثر من جو واحد أى أنه يكفى لرفع عمود من الزئبق طوله ٧٦٠ ملليمتر .

وقد وجد أن الضغط الجذرى لنبات الحريق (Nettle) كاف لموازنة عمود من الزئبق طوله ٤٦٠ ملليمتر وظواهر الضغط الجذرى والادماء تظهر ظهورا بينا في المعمرات الخشبية مثل الكرم في الربيع وأوائل الصيف حيال وقت تفتح البراعم . في هذا الفصل تساعد حرارة التربة الجذور على الامتصاص الشديد ولا يجد الماء المأخوذ مخرجا فتصبح أوعية الخشب الحديث وقصبياته في النبات جميعه مفعمة بالماء فاذا حز في الساق سال الماء وانطلق . على أنه في الصيف عند ما تكون الأوراق ممتدة والماء ممتصا بواسطة الجذور ومكرها في الاسطوانة الوعائية يسير الماء في الساق ثم يدخل في الأوراق حيث ينطلق في الهواء على صورة بخار كما سيمر عليك في الفصل التالى . وسرعة فقد الماء من الأوراق ينتهى بزوال مقادير كبيرة من الماء من فراغات الأوعية والقصبيات ثم ترى هذه الأجزاء الخشبية مشتملة على مقادير عظيمة من الهواء ومن الماء ايضا . والنباتات التى تقطع في هذا الوقت لا تدمى .

وفضلا عن ذلك فان تبخر الماء من الأوراق يستمر بسرعة يبلغ من فرطها أنه يحدث منها فراغ جزئى يسبب ضغطا سلبيا في الجهاز الوعائى من النباتات .

فى مثل هذه الظروف يرى أن الجذل (Stump) المقطوع المتصل بالجذر
يتمص كل ما يعطى من الماء بدل أن يندفع منه الماء بقوة عظيمة ولا يعود
الضغط الجذرى الموجب حتى يصبح الجذل مشبعا بالماء .

وليس الضغط الجذرى والادماء مقصورين على الأشجار والشجيرات
ولكنه ملاحظ لدرجة ما فى كثير من النباتات حينما يعاق تجر الماء من
الأوراق أو يمنع فى كثير من النباتات العشبية مثل البطاطس والتبغ
والداليا والذرة كما يرى فى النباتات الخشبية الساق وأكبر ما تكون قوة
الضغط الجذرى بعد الظهر وأصغر ما تكون فى باكورة الصباح . وهذه
القوة تتأثر كغيرها من العمليات الحيوية بالظروف الخارجية فزيادة درجة
حرارة التربة تزيد هذه القوة . على أن الضغط الذى يحدثه التنشط الانتشارى
الغشائى فى الخلايا البرنشيمية القشرية ومثلها من الأجزاء الأخرى فى الجذر
والساق وإن كان غير كاف لدفع الماء الى قمة الأشجار العالية فإنه يدخل الماء
الى المجارى الموصلة ويساعد على سرعة تنقل الماء فى كل الأنسجة الوعائية
من النبات .

وإذا ساعد دفء التربة على التنشط الامتصاصى فى جذر النبات وقل
فى نفس الوقت فقد الماء على صورة بخار من الورق أو منع بسبب وجود
جورطب يصبح النبات مشبعا بالماء فيخرج الماء من أطراف الأوراق
وحوافها على صورة نقط كثيرا ما زعمها الناس ندى . وترى هذه النقط
أحيانا فى الصباح الأبدى على الأطراف والحواف من أوراق نبات أبو خنجر
(Tropæolum) وأوراق القمح وكثير غيره من النباتات .

وادماء السوق المقطوعة وتسرب نقط الماء من النباتات غير المقطوعة
لا يتسبب كله عن الضغط الانتشارى فى خلايا الجذر ولكنه راجع لدرجة ما

الى الخلايا البرنشيمية من الورقة والأشعة النخاعية و برنشيمة الخشب من السوق
إذ أن الادماء من الطرف المقطوع من ساق مورقة غير متصل بالجذري يمكن أن
يحدث أحيانا بغمس أوراقها الصغيرة السن السهلة التبلل وكذا غمس الساق
في الماء غمسا تاما . والضغط الانتشاري ، الذي يحدث في ادماء النباتات ،
إذا هي قطعت ، أو انطلاق نقط الماء مدفوعة من الأوراق وغيرها من الأجزاء ،
هو ظاهرة عامة تلاحظ بدرجة ما في كل أجزاء جسم النبات . وخير ما يطلق
عليه اسم الضغط التسري أو "الضغط الادمائي" فأما الضغط الجذري
فليس إلا مثلا خاصا من تنشطه .

تج ١٠١ : ارو نباتا من عباد الشمس تام النمو أو من الطماطم أو التبغ المزروع في أص
كما في شكل (٧٤) وضعها في مكان دافئ مظلل مدة ساعتين أو ثلاث ثم اقطع الساق وثبت أنبوبة
زجاجية في الجذال بواسطة أنبوبة مطاطة (ر) وصب فيها قليلا من الماء
واطرق عليها بأصبعك حتى تخرج فقاعات الهواء ، وعلم الارتفاع الذي
يقف عنده الماء كما في (أ) . فبعد مدة ما يتدفع مقدار من العصارة من
الجزء المقطوع من الساق ويرتفع في الأنبوبة الزجاجية .



(شكل ٧٤)

تج ١٠٢ : اقطع ساق قرص صغير السن متنشط النمو في الربيع وبعد
مسح سطح الجزء المقطوع من الساق انظر اليه بعدسة تجذ أن العصارة التي
تتسرب بعد ذلك تأتي من الحزم الوعائية لا من النخاع .

تج ١٠٣ : ابذر بعض حبوب من الشعير في أص مليء من تربة
جيدة مأخوذة من البستان . وإذا أصبحت النباتات على طول قدره
بوصتان ونصف أو ثلاث فضع الأص في مكان عال من غرفة دافئة
مظلمة أو في مكان مظلم وغط الأص بزجاجة نافوسية . لاحظ أن نقط
الماء بعد مضي ثلاث ساعات أو أربع تترشح من أطراف الأوراق الصغيرة
السن . ثم أزل الزجاجة النافوسية واترك النباتات مكشوفة حتى تجف
جفافا تاما ثم غطها ثانيا ولاحظ أن الماء يبرز منها ثانية .

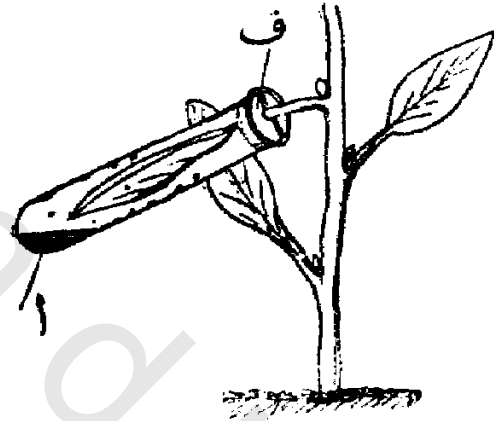
الفصل الرابع عشر

التح

التح (Transpiration) — تيار التح (Transpiration Current)

التح — اذا حصرت ورقة من نبات الطرطوفة النامى فى أنبوبة تجربة

واسعة فى يوم ضاح دافئ كما
فى (شكل ٧٥) وسد طرف الأنبوبة
بسداة فل مشقوقة (ف) أو بشئ من
القطن المندوف لوحظ أن داخل
الأنبوبة يتغطى على عجل بطبقة من
الماء على شكل نقط الندى وهذه
تساقط وتجتمع فتكون مقدارا ليس
بضئيل كما هو مبين فى (١) .



(شكل ٧٥)

من كل أجزاء نباتات الارض العادية يستمر فقد الماء فقدا خفيا على صورة
بخار فاذا لم نتخذ الوسائل لجمع الماء بطريقة ما أشبه بالطريقة السابق شرحها
لم يسهل احراز مسألة انطلاق الماء من النباتات الى الهواء . ويسمى
تصاعد الماء على صورة بخار من النباتات الحية "بالتح". وليس التح مجرد
عملية فسيقية من التبخر أو الجفاف كما يحدث عند ما يتعرض الى الهواء منديل
مبلل ولكنه عملية فسيولوجية يضبطها وروتو يلازم النبات الى حد ما وان
كانت متأثرة بظروف خارجية. وتفقد أجزاء النباتات من الماء وهى ميتة أكثر
مما تفقده وهى حية .

وقد وجد الأستاذ هياس (Hales) أن مقدار الماء الذي يتنفسه نبات من عباد الشمس طوله ثلاثة أقدام ونصف يبلغ عشرين أوقية انجليزية في اثنتي عشرة ساعة وأن مقدار الذي يصعده نبات الكرنب العادى فى مثل هذا الزمن ١٥ أوقية تقريبا وعلى ذلك فمقدار ما يخرج فدان من الكرنب فى اليوم يبلغ ثلاثة طنات أو أربعة ولما كان الماء المفقود من الأجزاء العليا من النباتات إنما يعوضه الماء المستمد من التربة فإنه لا مشاحة فى أن الأرض التى تحمل على ظهرها المغل تكون أخف من الأرض البور . .

وإذا استمر النتح على نسبة أكبر من نسبة امتصاص الجذر فإن حالة الانتفاخ التى تكون عليها الخلايا تنقص كثيرا أو قليلا ويعقبها الذبول . ولا تحدث حالة الذبول هذه عادة فى التربة البخافة المشتملة على مقدار قليل جدا من الماء فى المناخات الحارة الشديدة وهج الشمس وحدها بل لقد تحدث فى الترب العادية حتى ولو كانت الجذور مجدة فى امتصاص ما يكفى حاجة النباتات من الماء إذا نقص الوهج وقلت درجة الحرارة وخففت الظروف التى تدعو الى فرط النتح .

ولا يتحتم أن يفيد الذبول أن الماء لا يدخل النبات . وإنما هو علامة على أن الماء الذى يفقده النبات أكثر مما يأخذه .

ويؤذى عملية امتصاص الماء ما يحدث للنبات من الأضرار الميكانيكية فى مناطق الامتصاص من الجذر عند شتلها وكذا الأضرار التى تصيبه من غشيان الحشرات وهبوط درجة حرارة التربة تحت الدرجة التى يستطيع الجذر عندها أن يقوم بوظيفته . وزد على ذلك أن عدم كفاية مدد الهواء للجذر كما يحدث حينما يكون الجذر فى أرض مغدقة تمنع انتظام الامتصاص وربما أحدثت استرخاء وهزال الأوراق .

ويشاهد فى كل أنواع النباتات ولا سيما فى فصائلها التى تعيش فى المواقع الجافة ملاءمات متنوعة تدعو الى منع سرعة فقد الماء .

وتؤثر طبيعة الجدر الخلوية الخارجية من مختلف أجزاء النباتات فى السرعة التى تجرى بها عملية النتح . وفقدان الماء من الخلايا ذات الجدر المسوورة (Suberised) والمكوتنة (Cutinized) قليل وعلى ذلك فالنتح الناتج من سوق التين الشوكى والودنة ومن كثير من أنواع الفواكه كالتفاح والكمثرى ذات الاديم التامة النمو وكذا من السوق والدرنات المغطاة بنسيج فلى وقشر، والقرع والبطاطس وكثير غيرها من أنواع التفاح المشتمل على نسبة كبيرة من الماء تبقى مقدارا عظيما منه مدة عدة أسابيع وربما طالت شهورا .

ويساعد على منع فرط النتح وجود غطاء من الشعيرات الصوفية على الأوراق وغيرها من أجزاء النبات . وانفراز طبقة شمعية على ظاهر قشرة كثير من الأوراق كأوراق الكرنب والبصل وعلى الفواكه كالبرقوق والأعناب يفعل ذلك أيضا وقد دات التجارب على أن هذه الطبقة الشمعية اذا مسحت عن الأوراق والفواكه كان فقد الماء منها أكثر منها اذا لم يمس .

ومقدار ما يسمى "بالنتح الأديمى" (Cuticular Transpiration) أو الفقد الذى يحصل من خلال الجدر الخلوية الخارجية من الأوراق والسوق والأجزاء المعرضة للهواء عادة هو فى كل الأحوال ضئيل إلا فى الأعضاء الصغيرة السن التى لم يتم تكوين خلاياها القشرية .

وأهم ما يكون من انطلاق الماء انما يحدث "بالنتح الثغرى" (Diastomatic) أى بفقده من خلال فتحات الثغور وبما أن هذه الثغور انما يكثر وجودها على الأوراق لذا نعتبر الأوراق أهم آلات النتح .

والخلايا البرنشيمة الاسفنجية من الورقة (يف . شكل ٦٥) جدر غير
مكونة تسمح بمرور بخار الماء الى المسافات المابينية ومنها ينطلق خارجا
من الثغور (ث) .

والعادة أن يكون وجود الثغور أكثر على السطوح السفلى من الأوراق
العادية ويمكن أن يبين (تجربة ١٠٧) أن التنسج في مثل هذه الأحوال إنما
يغلب في الجوانب السفلى .

والنبات ذات الأوراق الكبيرة تنسج في العادة وتحتاج الى مقدار عظيم
من الماء لتنام نموها إلا اذا كانت سطوحها محمية بصفة خاصة بأديم كثيف
وتوجد هذه الأوراق في المواقع الرطبة التي لا تلائم العرق والتي يحتاج الأمر
فيها تبعاً لذلك الى سطح عارق كبير تستطيع أن تتخلص به من الماء الزائد
فاما أوراق النباتات المهيأة للعيشة في المواقع الجافة فهي في الغالب صغيرة
وضيقة وسطوحها الناعمة مختلطة في الغالب الى نهايته الصغرى .

وفي التنسج الثغرى من ورقة ، وساق يضبط انفتاح الشق الكائن بين خليتي
الثغر الحارستين وانقفاله (١ . شكل ٦٤) مقدار بخار الماء المنطلق وبانتفاخ
هاتين الخليتين يستدل الناظر على انتفاخ الشق أو انقفاله . فاذا كانتا زائدتى
الانتفاخ مالت احدهما عن الأخرى منحنية ولاحت الفتحة أوسع ما تكون
فاذا استرختا استقامتا ونقصت الفتحة الكائنة بينهما حتى تتلامس الأطراف
السائبة من الخليتين وتسد الثقب سدا .

وانتفاخ الخلايا الحارثة وامكان انطلاق البخار المائى من الورقة تبعاً لذلك
تؤثر فيه الظروف الداخلية والخارجية ولا يعرف عن طبيعة الظروف الحيوية
الداخلية إلا قليل ، إلا أنه عند ما يكون فقد الماء مفرطاً بحيث لا يعوض عنه

بواسطة الامتصاص من التربة تأخذ الثغور فى الانسداد قبل أن يلاحظ حدوث الذبول الفعلى .

وأهم الظروف الخارجية التى تؤثر فى عملية النتح هى ما يلى :

(١) مقدار شدة الضوء الذى يتعرض له النبات .

(٢) المحتوى المائى (water-content) الذى فى الجو المحيط .

(٣) درجة حرارة الهواء والتربة .

(٤) حركة الهواء .

(٥) المحتوى المائى فى التربة وتركز (Concentration) المواد الموجودة

فى المحاليل التى تمتصها النبات وكذا الطبيعة الكيماوية لهذه المواد .

(١) فى الليل وفى الغرف التى يحدث فيها الظلام تنتج النباتات قليلا . فأما اذا كانت فى منتشر ضوء النهار فانه يلاحظ زيادة فى النتح ولكنها اذا تعرضت الى وهج نور الشمس كان مقدار الماء المنطلق عظيما . وقد وجد فى احدى تجارب ويزنر (Weisner) أن ١٠٠ سم م م من السطح الورقى لنبات ذرة مستوفى الانبات أطلقت فى الظلام ٩٧ ملليجراما من الماء فى الساعة وفى منتشر ضوء النهار ١١٤ ملليجراما وفى ضوء الشمس ٧٨٥ .

والعادة أن انتفاخ الخلايا الحارسة يزداد بتأثير الضوء فيفتح الثقب الثغرى وبذا يستطيع البخار المائى أن ينطلق حرا من الورقة . وأثر الضوء فى النتح مستقل عن تأثير الحرارة التى تصحبه عادة على أنه ليس متصلا بمجرد اتصال بازدياد انفتاح الثغور الواقعة تحت تأثيره اذ تلاحظ مثل هذه الزيادة من النتح اذا تعرض الفطر الذى ليس له ثغور للضوء المفرط فى شدته . فالضوء كما

يظهر انما يعمل كمؤثر مباشر في البروتوبلازم يجعله أقبل لنفوذ ماء العصاره الخلووية منه . هذا ولا بد من ملاحظة أن النور يؤثر في عملية الشح تأثيرا غير مباشر بواسطة تنويع بناء الأنسجة وتركيب الجدران الخلووية إذ النباتات النامية في المواقع المعرضة للنور تعرضا تاما ، يزداد فيها نمو الأديم وتنقص المسافات الخلالية الكائنة في باطن الأوراق عما هو الحال في النباتات النامية في المواقع المظلمة ويكون نتج الماء من الأولى أقل منه في الثانية .

(٢) اذا كان الهواء مشبعًا كما يكون في اليوم الغائم أو الصوبات (Green Houses) الرطبة يكاد الشح يمنع امتناعا كليًا . فأما اذا كان الجو جافا فانه يدعو الى فقد الماء حتى ولو كان الجو باردا . وربما كان الضرر الذي يحدث للأوراق الغضيفية ، وغيرها من الأجزاء التي هي قريبة العهد بالانبساط ، على درجات الحرارة الواطئة من زمن الربيع انما يحدث من جفاف الجو كما يحدث من برودته .

(٣) قد وجد أن بعض النباتات تنجح قليلا على درجات تحت درجة التجمد فإذا رفعت الدرجة بين حدود معلومة ازدادت سرعة انفتاح الثغور بل لقد يزداد الشح في أجزاء ليس بها هذه الثغور .

(٤) النباتات التي تتعرض لتيارات قوية من الهواء تفقد من مائها مقادير عظيمة حتى ولو كانت الثغور مغلقة .

(٥) اذا حدث نقص كبير في ماء التربة التي زرع فيها نبات ، ترتب على ذلك نقص في نتجه .

وقد وجد ساكس (Sacks) وغيره أن المقادير القليلة من القلويات والبوتاسا والصودا والنوشادر تدعو الى زيادة الشح . أما الأحماض فتتقصه .

تج ١٠٤ : اجمع الماء الذى يخرج من وردة عباد الشمس فى أنبوبة على الصفة المشروحة فى شكل (٧٥) .

تج ١٠٥ : (١) خذ ثلاثة دوارق يسع كل منها ١٠٠ أو ١٥٠ سم م وصب فى كل منها ماء حتى تمتلئ . ثلاثة أرباعها .

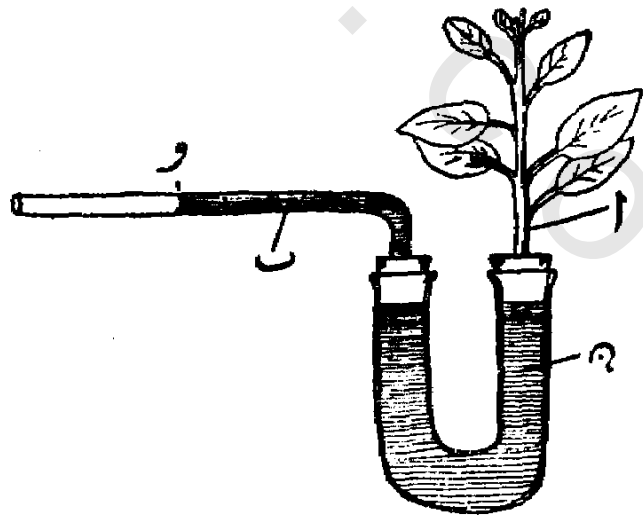
واقطع فرعين متساويين من شجرة تفاح طول كل فرع قدمان وأزل الأوراق عن أحدهما وضع الفرعين فى دورقين منفصلين وبعد تعليم حد الماء فى كل منهما بقطعة من الورق المصمغ عرض الدوارق الثلاثة فى نافذة معرضة للضوء جيدا أو خارج المكان . واصبر عليها ست ساعات ثم انظر مقدار ما فقد من الماء فى كل . وانظر أى الفروع نتج أكثر .

(ب) لا يمكن معرفة المفقود من الماء معرفة أدق من السابقة زن كل دورق على حدة وزن الفروع كذلك عند بدأ التجربة وبعدها مباشرة . هنا يلاحظ أن الماء الذى أخذه الفرع المورق لا ينقص فى مادته فقط بل تنحى الأوراق بعد ذلك إذ أن وزنه فى أول العملية ونهايتها واحد تقريبا ، وإن كان وزن الماء المفقود من الدورق عظيما .

(ج) أعد التجربة وضع الجهاز فى غرفة مظلمة .

تج ١٠٦ : يمكن اظهار النتج من فرخ ما بواسطة تهيئته كما فى شكل (٧٦) . ادفع الفرخ الشحم المقطوع (١) فى سدادة فى مثقوبة . ويجب أن يكون الفرخ بحيث يملأ الثقب ملاء وأن يتدلى منه قليلا . واملا الأنبوبة المتوازية (U) (ن) بالماء ملاء كاملا ثم ضع السدادة والفرخ فى أحد طرفى الأنبوبة ولاحظ أن

يكون الطرف الثانى مملوا بالماء ملاء كاملا ثم ضع فيه سدادة بأنبوبة ملوية (ب) هنا يندفع بعض الماء على استطالة الأنبوبة الملوية الى نقطة (و) فتعلم بورقة مصمغة . وهى "الجهاز حتى تكون الأنبوبة (ب) أفقية وعرضة لنور مشرق هنا يحدث نتج من أوراق الفرخ يؤدى فى الحال الى تراجع الماء على استطالة الأنبوبة (ب) .



(شكل ٧٦)

ولا بد أن تكون مفاصل الجهاز محكمة لا ينفذ منها الهواء كما أنه يجب أن لا يبقى في الأنبوبة (ب) أى شئ من الفقاعات الهوائية .

نتج ١٠٧ : يمكن بيان الفرق في النتح الحادث من سطحى الورقة حيث يكون في أحد السطحين من المسام عدد أكثر بكثير مما في الثانى بوضع الورقة بين ورق تقع في محلول كلورور الكوبالت وجفف .

اعمل محلولاً قوته ثلاثة في المائة من كلورور الكوبالت واتقع فيه بعض قطع من ورق النشاف أو من ورق الترشيح المدور . ثم اترك هذا الورق يجف في الهواء . والعادة في كلورور الكوبالت أنه اذا كان رطباً كان قرنفلى اللون في الورقة ولكنه اذا جفف كان أزرق زاهياً . فاذا تشرب قليلاً من الماء من الهواء أو غيره عاد قرنفلياً كما كان .

ضع ورقة من الفاصوليا (Scarlet Runner) بين قطعتين من ورق كلورور الكوبالت الأزرق أى الجاف . وضع الكل بين لوحين من الزجاج . لمنع امتصاص الماء من الهواء وبعد ربع ساعة افحص الأوراق ولا حظ أى لورتين أكثر احمراراً وأين هى من الورقة النباتية . أعد التجربة بأوراق الزنبق (Lilac) والكشمري والبرقوق وغير ذلك من النباتات .

مح ١٠٨ : لآبانة تأثير غطاء من الفل في منع فقد الماء بواسطة النتح خذ بطاطستين متساويتى الحجم ما أمكن . قشر احدهما وزن كل منهما على حدة واركهما معرضين للهواء مدة ساعتين وزنهما بعد ذلك لمعرفة أىتهما قد فقدت من مائها أكثر .

بين بالطريقة المذكورة أنه عند ما تزال قشرة تفاحة يحدث فقد الماء أكثر وأسرع مما اذا أبقى القشرة .

تيار النتح — فرط فقد الماء من النباتات بواسطة العرق ينتهى على عجل باسترخاء الأوراق وموتها اذا لم يمتص ماء أكثر من المفقود ليعوض عن الماء الذى أطلق والامتصاص اللازم يحدث في الجذور بالطريقة التى سبق شرحها وتوجد بين الشعيرات الجذرية حيث يدخل الماء وبين الأوراق حيث يخرج أكثره الى الهواء حركة تيار من الماء مستمرة الى أعلى في خلال الجذر والساق من النبات الحى ويسمى هذا التيار من الماء ” بتيار النتح “ .

بواسطة هذا التيار تبقى حالة انتفاخ الخلايا الحية فى أجزاء النبات الحية ومهمة هذا التيار حمل مدد دائم من المواد الغذائية من التربة . والماء المتص بواسطة الجذر يشتمل على مواد شتى جوهرية لتغذية النبات وهذه الأوراق تنتقل الى خلايا الأوراق وغيرها من الأعضاء حيث تترك غير مستعملة ولا ينطلق إلا الماء النقي فى عملية التتح . وزد على ذلك أنه يلاحظ أن الشرائط التى تدعو الى تنشيط التتح وسرعة حركة الماء أى ارتفاع درجة الحرارة والتعرض لضوء النهار هى الشرائط الجوهرية اللازمة لتكون المواد العضوية من المواد الزايدة . ولاستعمال الزاد فى عملية التغذية التى يقوم بها النبات .

وانتقال الماء فى كل أجزاء النباتات من خلية الى خلية بواسطة الانتشار الغشائى البسيط هو من البطء الشديد بحيث لا ينفع فى مدد الأجزاء العليا من النباتات ، حيث يحدث فقد الماء بسرعة بالمدد الكافى . أما تيار التتح فيسير أسرع من ذلك كثيرا . فقد وجد انه يسير فى النباتات العشبية بسرعة خمس أقدام الى ست فى الساعة عند ملائمة شرائط التتح وفى أكثر النباتات يكون أقل من ذلك . أما السبيل الذى يسلكه الماء فى النبات فهو زيلمه . فأما كونه لا يحمله نخاع الشجرة فظاهر من أن كثيرا من الأشجار تقوم بوظائفها بعد ازالة نخاعها وصيرورة مركزها خاليا متحلا .

كما أنه من السهل اثبات أن القلف واللحاء لا يوصلان هذا التيار السريع الى أعلى إذ أنه بعد ازالة قطعة حلقيه الشكل من الأنسجة ضيقة الى حد المكاسبوم من دائر الفرع لا تذبل الأوراق الكائنة فوق الموضع الذى أزيل عنه القلف والقلويم .

وقد أثبت بتجارب عدة أن التيار يسير فى أصغر الحلقات السنوية أى الخارجية من السوق الخشبية . وعلى أكثر ما يكون فى فراغات الأوعية

والقصيبات ان لم يكن سيره مقصورا عليهما . أما خشب القلب فلا يوصل الماء وإنما يقوم مقام مسند ميكانيكى للشجر .

وبوضع السوق المقطوعة من النباتات العشبية والأعناق والأوراق في محاليل ملونة من بعض الأصباغ ثم عمل قطاعات من السوق بعد ذلك في فترات متعددة وتعريضها للضوء يلاحظ أن المحاليل تسير في الحزم الوعائية اذ تنصبغ . فأما بقية الأنسجة فتبقى بلا لون مدة ما بعد اذ تتلون الحزم .

أما سبب تحرك الماء خلال النبات أو القوة التي تدفع تيار التحف فقد كان موضوع بحث طويل مدة نيف وقرن . على أنه لا يمكن أن يعطى تفسير يلم بوقائع الحال فان القوة الانتشارية في الخلايا الحية من الجذر والساق ، تلك القوة التي تؤدى الى حدوث الضغط الاذمائى ، والجذب الانتشارى من المواد الموجودة في خلايا الورق البرنشيمية ذلك الجذب الذى يؤدى الى نشوء قوة ماصة تسحب الماء من الحزم الوعائية ، يساعدان على احداث حركة سريعة لسير الماء في النبات وقد تكون هاتان القوتان المعتمدتان على تنشيط الخلايا الحية في النباتات العصيرية كافية للابانة عن حركة تيار التحف ولكن إيصال الماء الى قمة الأشجار العالية جدا لا يمكن تفسيره في هذا المقام تفسيراً مرضياً .

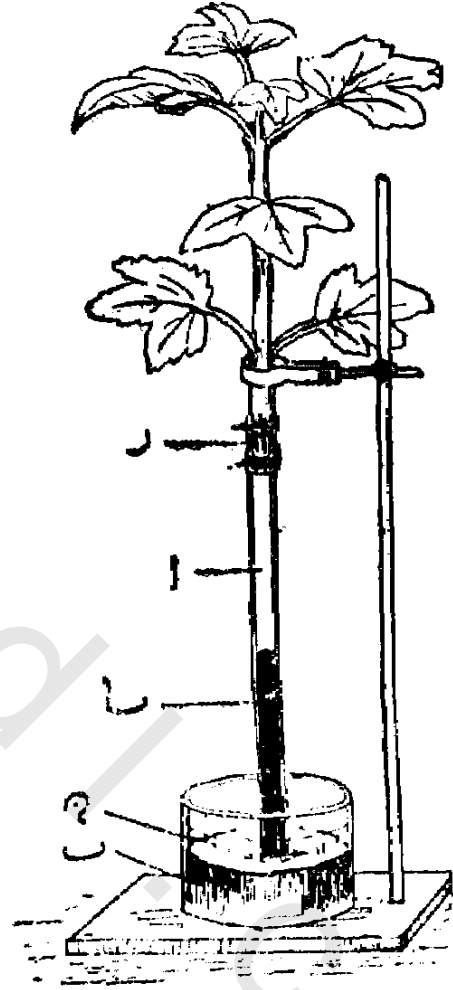
تح ١٠٩ : (أ) اغمس عتق ورقة من نبات جرامنوم الحدائق في محلول يوسين مخفف أو محلول مداد أحمر وضع الجميع في مكان ضاح . وبعد ساعة ارفع الورقة في النور واخصها بالعين المجردة أو بعدسة جيب . هنا يرى أن المحلول قد امتص منه وسار في الحزم الوعائية وهذه تشاهد مصبوغة حمراء . اقطع شرائح رقيقة من العتق وانظر اليها بعدسة ولاحظ أن المحلول لم ينتشر في الأنسجة المحيطة بالحزم الوعائية كثيراً .

(ب) أعد التجربة على أوراق أخرى وعلى سوق عشبية ورقية أخرى .

(ج) أغمس الحوامل الزهرية من زهرات كرنبة وبجلة وداتورة وغير ذلك من حوامل الأزهار في المحلول ولاحظ أن الخزم الوعائية الرقيقة في البتلات تنصبغ حمراء .

تج ١١٠ : أزل حلقة عرضها نصف بوصة من فرع شجرة في الصيف ولاحظ أن الأوراق الموجودة فوق القطع لا تذبل .

تج ١١١ : لإبانة أن الفرخ المفرط في النتح قوة انصصاص عظيمة هي فرع جميز أو طرطوفة كما في شكل (٧٧) وخذ قطعة من أنبوبة صمغية مرنة (ر) طولها بوصتان تقريباً وثبت طرفاً منها في طرف الفرخ وضع الثاني في أنبوبة زجاجية (ا) واربط الأنبوبة الصمغية بالفرخ ربطاً محكماً بحيث . واسمح للفرخ بالتعلق مدلى فيها واملأ الأنبوبة ماء . واطرق بلطف على هذه الأنبوبة واعصر الأنبوبة الصمغية حتى تتخلص من فقاعات الهواء كلها . فإذا امتلأت الأنبوبة بالماء فسدت طرفها بالالبيام وهي الجهاز كله على الصورة المبينة في شكل (٧٧) وضع طرف الأنبوبة تحت الماء (ن) والزئبق (ب) في الصحن الزجاجي . وأقم الفرخ بواسطة ملقط وعرض الكل لنور نافذة ضاح . هنا يؤخذ الماء الموجود في الأنبوبة ثم تنزع أوراق الفرخ ويرتفع مقداً وعظيم من الزئبق في الأنبوبة كما هو مبين في (ب) .



(شكل ٧٧)

الفصل الخامس عشر

امتصاص المواد الزائدة

يعتري البروتوبلازم أى المادة الحية الكائنة فى النباتات والحيوانات النامية بتنشط فى كل آن تغيرات كيمياوية تؤول به الى التلف وتكون مركبات منه أبسط تركيبا . فلكى يمكن التعويض عما فقد منه حتى يستطيع القيام ببناء أجزاء جديدة يقتضى له الزاد .

وطبيعة زاد النبات أى المواد التى يستعملها البروتوبلازم لتكوين أعضاء جديدة ولتغذية البروتوبلازم ذاته يسهل ادراكها بعد بحث المواد التى تستهلك أثناء نمو جنين ما من بذرة النبات .

والمواد التى تخزنها الأم فى الأندوسبرم أو فى باطن أنسجة الجنين لتغذية الجنين هى مركبات عضوية مركبة كالنشأ والدهون والبروتينات . وهذه المواد — أو صور متغيرة منها تغيرا ضئيلا — هى التى تستهلك فى عمليات التغذية والنمو التى تحدث عند ابتداء الانبات . وكذلك المواد التى تزود بها الفراخ الصغيرة السن من درنة بطاطس مستفرخة أو الأوراق والفراخ المزهرة الصغرى من بصلة نامية هى كربوايدرات ودهون وبروتينات أى مركبات عضوية ذات بناء معقد مماثلة لتلك .

وكذلك البراعم النامية من شجرة فى الربيع تغذى بمركبات شبيهة بتلك فكل شئ يدل على أن البروتوبلازم فى النباتات والحيوانات على السواء لتوقف تغذيته المباشرة فى كل وقت على مواد عضوية من هذا القبيل .

وتحصل الحيوانات والنباتات الطفيلية والسبروفية على هذه المركبات مباشرة أو بواسطة من أجسام كائنات أخرى حية أو غير حية . فان لم تحصل عليها ماتت على عجل . وتحتاج النباتات الخضراء كذلك الى زاد معقد التركيب لنشوتها ونموها ، على أنها ليست بالاجمال مهيأة للحصول على مركبات من هذا القبيل مما يحيط بها ولكنها قادرة على صنعها من مركبات غير عضوية كأكسيد الكربون والماء وأملاح شتى — نأخذها من الجو والتربة على أنه ان كانت هذه المواد غير العضوية التى تمتص من الهواء والتربة تسمى عادة ”زاد النباتات“ نرى أنه يحسن أن تسمى ”بالمواد الزادية“ إذ أن النبات الحى لا يستطيع أن يغذى نفسه بها مباشرة بل انما يحصل ذلك بعد إذ يكون قد اصطنعها فجعلها مركبات أكثر تعقيدا فى التركيب يمكن استعمالها لتغذية البروتوبلازم وتكوينه أنسجة الأعضاء النامية .

وبالدارة بعد إذ تكون قد استهلك الزاد الذى اخترنته الأم لها لا يستطيع الاستفادة من أكسيد الكربون والأملاح البسيطة حتى تتعرض للضوء بشرائط تسمح لها باصطناع هذه المواد غير العضوية وبأن تبني منها بطريقة التركيب (Synthesis) مركبات شبيهة بما استهلكته لنفسها ، وهى المركبات التى صنعتها الأم من قبل .

٢ — المواد الزادية وامتصاصها .

يحصل على المواد الزادية التى تمتصها النباتات الخضراء العادية من الجو المحيط بها ومن التربة التى تنمو فيها النباتات .

وقد أثبت بواسطة طرق المزرعة الرملية والمزرعة المائية أنه يجب لتغذية النباتات الخضراء أن تمد بمواد زادية تشتمل على عشرة عناصر أو أحد عشر عنصرا كما هو مشروح فى الفصل الثانى عشر .

وقد تبين أيضا بواسطة هذه الطرق التجريبية أن النباتات لا تستوى عندها الصورة التي يقدم عليها أى عنصر لها فهي غير قادرة مثلا على استعمال كل المركبات النتروجينية كمورد للنتروجين ولا أن تحصل على ما يلزمها من الكربون من كل مركبات الكربون .

ويقتضى في المركب الذى يمكن أن يكون نافعا للنبات كمادة زائدة قدرة على إمداده بعنصر خاص لتغذيته أن يكون (١) قابلا للذوبان وقادرا على الانتشار من خلال الجدار الخلوى والبروتوبلازم (٢) أن يكون ذا تركيب كىماوى خاص .

وغاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء هو المورد المهم الذى يحصل منه على عنصر الكربون فأما امتصاص هذا الغاز واستعماله بعد ذلك فقد أرجأنا البحث فيه الى الفصل التالى .

ويحصل على المواد الزائدة ، التى تؤدي بقية العناصر اللازمة للنبات ، من التربة بواسطة قوة الانتشار الغشائى من خلال الشعيرات الجذرية .

وفضلا عن هذا فانه لا يمكن النباتات أن تمتص ما تحتاج اليه إلا من المحاليل المخففة من المواد الزائدة ، فأما النباتات المنماة بواسطة المزارع المائية فانها تنجح اذا كان المقدار الكلى من المواد الصلبة الذائبة فى الماء لا يزيد على ٢.٠ ٪ الى ٥.٠ ٪ أى ٢ الى ٥ أجزاء فى ١٠٠٠ جزء من الماء . والمحاليل التى تشتمل على ٢.٠ ٪ و ٢.٠ ٪ من المواد الذائبة تضرير وتولزم النبات وتمنع النمو . ومن ثم نتضح أهمية اجتناب استعمال الأسمدة القابلة للذوبان بكثرة .

وماء التربة الذى تأخذ منه النباتات كل ما تحتاج اليه لا يشتمل فى العادة إلا على ٠.١ ٪ الى ٠.٣ ٪ من المواد الصلبة الذائبة فيه .

وغاز ثانى أكسيد الكربون يتولد فى باطن الأرض فى عملية التعفن والتحلل التى تحدث فى الأسمدة الموجودة ، ويفرز بمقدار قليل فى عملية التنفس التى يقوم بها بروتوبلازم الشعيرات الجذرية . وهذا الغذاء يساعد النباتات على امتصاص المواد الزائدة مساعدة غير مباشرة ، إذ أن من هذه المواد ما يكون غير قابل للذوبان فى الماء النقي ولكنه يذوب فى الماء المشتمل على ثانى أكسيد الكربون ذوبانا مذكورا .

ويلاحظ أيضا أن ثانى أكسيد الكربون وفسفات ايدروجين البوتاسيوم وغيره من المواد التى لها تفاعل حمضى تخرق جدران خلايا الشعيرات الجذرية وتساعد على أكل بعض المركبات المعدنية التى تتصل بها واذابتها كفسفات الكلس وكربونات الكلس والمجنيزيوم .

إذا غمس جذر النبات فى اناء يشتمل على ماء يحتوى مادة محللة فقد لا تستطيع المادة الذائبة أن تمر من خلال الجدر الخلوية أوسيتوبلازم الشعيرات الجذرية وعليه فلا يدخل من هذه المادة شئ فى النبات . فأما إذا استطاعت المادة أن تتسرب فى هذين الغشائين الخلويين فانها تمر إلى الشعيرات الجذرية ومنها الى سائر خلايا النبات حتى تشتمل العصارة الخلوية من هذه المادة على مقدار يناسب ما فى الماء الخارج الموجود فى الاناء ، فإذا تم ذلك تقرر التوازن ولم يمتص شئ من المادة الذائبة بعد ذلك . فأما إذا استعملت المادة بعد دخولها النبات فى عمليات التغذية أو تغيرت الى مادة غير قابلة للذوبان أو مركب غير ذى طبيعة الانتشار الغشائى ، فإن التوازن الانتشارى بالنسبة لهذه المادة بالذات ينعدم ويمكن إذ ذاك أن يمتص من هذه المادة مقدار آخر .

وبهذه الطريقة يستطيع النبات أن يستخرج كل المادة المذوبة في الماء الذى نتصل به جذوره استخراجا تاما ، ويستطيع أن يجمع فى باطنه مقادير كبيرة من بعض العناصر من المحاليل المشتملة على أقل أنارات منها مثال ذلك : ماء البحر فانه لا يشتمل على أكثر من جزء واحد من اليود فى ١٠٠ مليون جزء من الماء ومع ذلك فان رماد بعض الحشائش البحرية يشتمل على مقدار بين ١ و ٣ فى المائة من هذا العنصر ويتوقف المقدار الكلى من أى عنصر يوجد فى رماد نبات ما على (١) مقدار المادة القابلة للذوبان التى تشتمل على هذا العنصر من مواد التربة المزروع فيها النبات (٢) قابلية الانفاذ النوعى لبروتويلازم الشعيرات الجذرية وعلى (٣) ما اذا كان النبات يستخدم المادة المعينة أو يحولها أو يزيلها من عصارتها الخلوية حتى يمكن أن يدخل الى النبات منها مقدار آخر بواسطة الانتشار الغشائى .

وبذا وجد أنه اذا زرع نوعان مختلفان من النبات فى محلول زادى واحد أو كانت جذورهما فى تربة واحدة كان كل منهما فى العادة يشتمل على مقادير مختلفة من كل نوع من أنواع المكونات الرمادية المختلفة . مثال ذلك : مقدار السليكا فى رماد البشنيين فانه فى العادة أقل من $\frac{1}{4}$ فى المائة فأما الغاب العادى (فراجميتس كوميونس Phragmites Communis) الذى ينمو فى التربة الاستنقاعية فانه يشتمل على ٧٠ فى المائة من السليكا ، وبينما نجد أن رماد نبات البازل لا يشتمل على مقدار من السليكا أكثر من ٧ فى المائة ترى رماد النجيليات النامية فى نفس التربة يشتمل على أكثر من ٢٠ فى المائة منه .

وتعزى هذه القوة الانتخابية الكمية المختلفة (Quantitative Selective Power) فى النباتين المقارنين الى الاختلاف فى قدرتهما على استعمال السليكا،

يحتمل أن المادة التى تشتق منها السليكا تنتشر فى جذريها الخلوية بدرجة واحدة ولكن بينما يستمر الغاب فى ازالة المركب المذكور من العصارة الخلوية، وايداع مقادير كبيرة من السليكا فى الجذر الخلوية، وعليه يسمح بدخول مقادير أخرى فى النبات، نجد أن البشنيين لا يستعمل إلا قليلا جدا فلا يلبث أن يحدث توازن انتشارى لا يدخل بعده شئ من السليكا فى النبات. ويتناسب مقدار أى مادة ممتصة من التربة تناسباً مطرداً مع المقدار المستعمل فى العملية الكيماوية التى يقوم بها النبات حتى لقد يمتص من مادة موجودة بكثرة مقادير صغيرة فقط فى حين أنه قد يستخرج مركب موجود فى التربة بمقدار قليل استخراجا كليا.

أما طبيعة المركبات غير العضوية التى تحصل منها النباتات الخضراء على مددها من العناصر اللازمة لتتمام تغذيتها، فقد سبق ذكرها عند بحث تركيب النباتات فى الفصل الثانى عشر وكل هذه المواد الزائدة تقريباً — ما عدا الكربون — تمتص من التربة.

وقد دلت التجارب على أن استمرار النمو وإزالة المغلات (الحاصليل) من الأرض يؤدى عاجلاً أو آجلاً الى حالة ترفض الأرض معها انماء مغل مفيد من أى نوع حتى يعطى لها أسمدة.

وسبب هذا المحل فى الأرض أن النباتات ترفع فى أجسامها من التربة التى تنمو فيها مقدارا من مكوناتها، وعليه فمؤدى ازالة المحصول عن الأرض ازالة مقدار عظيم من أهم مكونات التربة الزراعية. وبما أن هذه التربة لا تشمل على مقدار غير محدود من المواد الزائدة النباتية على صورة قابلة للذوبان والاصطناع فيفهم من ذلك أن دوام ازالة المحصولات عن الحقول يؤدى حتماً

الى نفاد ذخيرتها والى جوع النباتات القائمة عليها ما لم تسعف بمدد جديد من المواد الزائدة يقوم مقام ما قد أزيل .

أجل ، إن الأرض بعد إذ يجرى عليها هذا الأمر لا تخلو من مكوناتها النافعة خلوا تستعصى النباتات معه عن النمو فيها ، إذ أن المواد الزائدة القابلة للذوبان فيها لا تنفك تتحرر أى تتجدد من مخزن المواد غير القابلة للذوبان التى فى التربة بما للبرد والحز وللفعل الكيماوى الذى للهواء والماء من التأثير التحليلى فيها ، ولكن لا بد لا مكان الحصول على مغلات مفيدة من الأراضى التى أخذ منها مغلان متواليان أو ثلاثة من تسميد الأراضى بسماذ يشتمل على مواد زائدة أو على سماذ يمكن أن تتحرر منه هذه المواد .

لا تنمو النباتات ما لم تمتد بكل العناصر التى نص عنها فى صفحات (١٥٢ الى ١٥٩) فاذا كان أحد هذه العناصر مفقودا فقدانا تاما استحال النمو . ولهذا الخاصة كانت قدرة التربة على اعطاء مغل ما مضبوطة بضابط العنصر الجوهري الموجود فيها على أقل مقدار .

واذا اشتملت التربة على مقدار قليل جدا من الفوسفات اللازمة لنمو محصول ما ، لم يجد معه أن تكون العناصر الأخرى كالنتروجين والبوتاسيوم موجودة بكثرة زائدة إذ أن هذه لا يمكن الانتفاع بها حتى يكون الفوسفات اللازم متوفرا .

والمواد الزائدة التى يحصل منها النبات على عناصر الكبريت والحديد والمغنيزيوم والكلس والكربون والايديروجين والأكسيجين موجودة دائما فى التربة والهواء بوفرة كافية لحاجة كل أنواع المغلات ، ولكن المركبات التى تعطى النتروجين والفوسفات والبوتاسيوم تزال عادة من التربة الى حد لا يتاح معه للمغلات التامة أن تنمو حتى يضاف الى التربة ما تحتاج اليه من هذه العناصر .

الفصل السادس عشر

تثبيت الكربون أو التمثيل — التركيب الضوئى

(Charbon Fixation) (Assimilation) (Photosynthesis.)

١ — قد كانت مسألة المورد الذى تستمد منه النباتات كبير مقدار الكربون الذى يتكون منه أكثر من نصف وزن مادته الجافة موضوع بحث واسع زمنًا طويلاً .

فالنباتات الطفيلية كالخامول (Dodder) والهلوك (Broom rape) وكثير من أنواع الفطر (Fungi) تلتصق بنفسها على غيرها من الكائنات الحية وتمتص منها كل ما تحتاج اليه من الكربون على صورة سكر وبروتينات وغير ذلك من مركبات الكربون المصطنع . وأنواع الرميات تعيش الغراب (Mush-room) وغالب أنواع الفطر العادى التى هى كالتفيليات السابقة الذكر ، خالية من الكلوروبلاستات ، تحصل على الكربون اللازم لها على صورة مصطنعة مشابهة لما ذكر من المركبات الكربونية الموجودة فى بقايا النباتات والحيوانات الميتة التى تعيش عليها .

ويمحتمل أيضاً أن كل النباتات الخضراء تمتص وتستعمل مركبات الكربون العضوى من الدبال (Humus) أى البقايا النباتية أو الحيوانية المتحللة فى الأرض وإن كان قد أثبت أن هذا المصدر غير كاف لإعطاء كل الكربون اللازم لتمام تغذية النباتات التى من هذا القبيل تغذية صحيحة .

وبطريقة الزراعة المائية أو الرملية يمكن أن يبين بسهولة أن النباتات الخضراء العادية تنمو وتزداد اشتمالا على الكربون اذا أمّدت جذورها بمحلول من المواد الزائدة التي لا تشتمل على كربون ما دام المحلول يشتمل على كل العناصر الجوهرية الأخرى .

ففى هذه الظروف يكون المورد الوحيد الذى يستمد منه الكربون هو ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو المحيط بالأوراق على أنه ان كان مقداره النسبي فى الجو من القلة بحيث ان متوسطه هو ٢,٨ جزء فى ١٠,٠٠٠ فإنه هو المورد الذى تستمد منه كل النباتات المنزرعة بطريقة الزراعة المائية كل ما تحتاج اليه من الكربون .

وينتج ثانى أكسيد الكربون فى عمليات التخمر والتحلل الحادثة فى التربة العادية وقد يشتمل الهواء الذى يمر خلال التربة على مقدار يبلغ خمسة فى المائة من هذا الغاز بعضه يدخل جذور النباتات ذائبا فى ماء تيار النتج . على أنه قد تبين من تجارب كايّتيه (Cailletet) ومول (Moll) أن مدد ثانى أكسيد الكربون الذى يحصل عليه بهذه الطريقة هو غير كاف لحاجات النباتات الخضراء العادية .

وقد أثبتت الأبحاث الواسعة المتخذ فيها كل الحيلة أن لاشك فى أن أهم مادة زائدة لتغذها النباتات الخضراء موردا لكربونها هى ثانى أكسيد كربون الهواء وأن هذا الغاز تمتصه الأوراق . وأثبتت فضلا عن ذلك أن دخول هذا الغاز الى أنسجة النباتات انما يكون من ثغور الأوراق . وقد يدخل — أو لا يدخل مطلقا — من قشرة الخلايا البشرية .

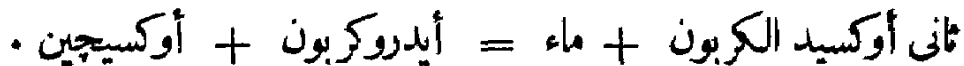
وقد بحث العالمان "براون (Brown)" و"اسكومب (Escombe)" منذ عهد قريب عن السرعة التى يحدث بها امتصاص هذا الغاز بواسطة الأوراق

فوجدنا أن مقدار ما يمتصه نبات عباد الشمس وهو معرض الى ضوء عام منتشر كان مرة ٤١٢ سنتيمترا مكعبا فى كل متر مربع من سطح الورق فى الساعة وكان امتصاص ورقة كاتالبا ٣٤٥ سم م م عن كل متر مربع فى الساعة . ووجد أن سرعة امتصاص ورقة لهذا الغاز فى ظروف مناسبة كان مساويا لنصف ما يمتصه محلول قوى من البوتاسا الكاوية مساحته كمساحة تلك وبما أن الفتحات الحقيقية الكائنة بين الخلايا الحارسة من الثغور فى الورقة التى كانت محل البحث لم تبلغ أكثر من $\frac{1}{10}$ جزء من المساحة بأجمعها ينتج من ذلك أن السرعة التى دخل بها ثانى أوكسيد الكربون كانت أشد من سرعة امتصاص البوتاسا الكاوية لهذا الغاز بخمسين مرة وهى نتيجة مذهشة .

قد تؤدى هذه القوة الامتصاصية التى للزروعات الخضراء الى ازالة ثانى أوكسيد الكربون من الهواء ازالة كلية لولا استمرار تعويض الجو عما يفقد بما ينتج فى عمليات التنفس التى يقوم بها كل شئ حى وبما ينتج من احتراق الفحم والخشب وغيرهما من أنواع الوقود المشتعل على كربون .

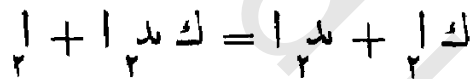
وبعد دخول ثانى أوكسيد الكربون فى خلايا الورقة مع مقدار نسي من الماء يعتوره تغير كىماوى يؤدى الى تكوّن مواد كربوايدراتية قابلة للذوبان وينطلق فى هذه العملية غاز الأوكسيجين . بذلك يصبح كربون ثانى أوكسيد الكربون "مثبتا" وسرعان ما تتجمع المواد الكربوايدراتية فى أنسجة النبات وينطلق الأوكسيجين فى الهواء .

وقد تمثل هذه العملية كما يأتى :



وقد اعتاد النباتيون أن يستعملوا كلمة "التمثيل" للدلالة على تركيب النباتات الخضراء للكربون بهذه الطريقة من ثاني أكسيد الكربون والماء ولكن يحسن أن يستبقى هذا الاصطلاح للتعبير به عن عملية تحول الأغذية إلى مواد الأنسجة كما تواطأ الفيسيولوجيون الحيوانيون ونستعمل لهذا الإنتاج التركيبي (إنتاج الكربوايدرات) كلمة أخرى خاصة بالنباتات الخضراء . وبما أن هذه العملية تتوقف على الضوء فقد اقترح لها لفظ "التركيب الضوئي" ونرى إطلاق هذا الاصطلاح أو كلم "تثبيت الكربون" بدل لفظ "تمثيل" .

أما حقيقة طبيعة الكربوايدرات الذي يتكون أولاً أثناء العملية فغير معروفة . ولكن العالم فون بيير (Von Baeyer) ارتأى أن الفورمالدهيد (ك د_١) هو أول ما ينتج بناء على المعادلة :



وأن هذا المركب يتكشف بعد ذلك فيصبح كربوايدرات قانونه (ك د_{١٢}) . على أنه لا يمكن العثور على الفورمالدهيد في الأنسجة التي يحدث فيها تثبيت الكربون ، وفضلاً عن أن تجارب بوكورنى (Bokorny) تبين أن النباتات قد تستعمل الفورمالدهيد في بعض الظروف لإنتاج كربوايدرات فإن القول بأن هذا المركب هو أول درجة في تكوين المركبات الكربونية من ثاني أكسيد الكربون والماء ليس إلا نظرية فرضية .

فأما ما لا شك فيه فهو أن أنواع السكر تتكون على عجل في خلايا البرنشيمة الورقية بعد أن تمتص أوراق النبات الخضراء ثاني أكسيد الكربون من الهواء . وتدل الأبحاث الباهرة التي تولاهها براون وموريس أن نوع السكر الذي يصنع

أولاً هو سكر القصب ثم أن الد كستروز واللفيولوز والمالتوز تظهر فى الأوراق تبعاً لفعل الأنزيمات فيما تكون قبلها من سكر القصب والنشا .

وإذا بلغ تجمع السكر فى الأوراق من كثير من النباتات حدًا محدودا كَوُنت البلاستات اللونية (كلورو بلاست) منه حبوبا نشوية وتظهر هذه الحبوب فى باطن مادة الكلوروبلاستات وكانت أول حاصل منظور من عملية تثبيت الكربون . ويتوقف المقدار الكلى لأنواع الكربيدرات الناتجة بواسطة أوراق ذات مساحة واحدة على الخواص الحيوية الباطنية التى لمختلف أنواع النباتات واليك مثلاً : تنتج ورقة عباد الشمس من هذه المواد فى وقت معين أكثر مما تنتجه ورقة من نبات الفول القصير (Dwarf bean) ذات مساحة مساوية لمساحة تلك . فقد وجد "براون" و"موريس" أن المقدار الذى يصنعه النبات الأول فى اثنتى عشرة ساعة فى يوم معتدل الضوء كان أزيد من ١٢ حبة من الكربوايدرات لكل متر مربع من السطح الورقى .

٢ - ويتوقف صنع أو تركيب المواد الكربوايدراتية بالطريقة المشروحة على شرائط أهمها ما يأتى :

- (١) أن تكون النباتات حية .
- (٢) أن يكون ثانى أوكسيد الكربون موجودا فى الهواء المحيط بالأوراق .
- (٣) أن تشمل الأوراق على كلورو بلاستات .
- (٤) أن يتيسر مقدار معلوم من الشدة فى الضوء .
- (٥) أن تكون هناك درجة مناسبة من الحرارة لاجراء العملية .
- (٦) "تثبيت الكربون" يتأثر أيضا بوجود أو فقدان بعض المواد المعدنية ولا سيما مركبات البوتاسيوم التى يحصل عليها من التربة ولكن الوظيفة

الخاصة التي تؤديها في العملية غير معروفة وعملية "تثبيت الكربون" عملية حيوية تنقطع بموت النبات .

والنباتات التي توجد في هواء استخرج منه ثاني أكسيد الكربون لا تزداد في وزن جوامدها ثم يصيبها الموت بعد مدة بسبب الجوع . كما أنها لا تستطيع أن تعيش في جو لا يشغله إلا ثاني أكسيد الكربون ولكنها قادرة على القيام "بتثبيت الكربون" في هواء يشتمل على ٢٠ الى ٣٠ في المائة من هذا الغاز . وتثبيت الكربوايدرات — تبعاً لتجارب مونتمارتيني (Montemartini) — يحصل على أحسن حال وأقصى سرعة في هواء يشتمل على ٤ في المائة من ثاني أكسيد الكربون وهو ستة أمثال ما يوجد منه عادة في الجو أو سبعة أمثاله .

والظاهر أن عملية "تثبيت الكربون" إنما تقوم بها بعض أجزاء مخصصة من بروتوبلازم الخلايا أي الكلوروبلاستات إذ أن هذه العملية لا تحدث إلا في الأوراق والأجزاء التي هي خضراء . فأما الجذور وبتلات الأزهار والأجزاء البيضاء من الأوراق الملونة التي خلت من الكلوروبلاستات فليس لها يد في هذه العملية وكذلك الأمر في النباتات الطفيلية والسيروفيقية التي هي خالية من هذه الكيانات (الكلوروبلاستات) فإنها غير قادرة على استعمال ثاني أكسيد الكربون لتكوين — أو تركيب — المواد الكربوايدراتية . فأما أوراق الباذنجان الأرجواني والبنجر الأحمر وغيرهما من النباتات فلها عصارة خلوية تضرب إلى الحمرة تخفى تحتها اخضرار لون الكلوروبلاستات الموجودة في البرنشيمتين العمادية (Palisade) والاسفنجية من هذه الأوراق . وعليه فهذه النباتات تقوم بعملية "تثبيت الكربون" كما تقوم ذوات الأوراق الخضراء العادية .

والكلوروبلاستات كيانات صغيرة مطمورة فى سيتوبلازم الخلية ؛ يتخلل مادتها صبغ أخضر يسمى " الكلوروفيل " أى الخضير (أو الفضير) تصعبه مادة برهائية تضرب الى الحمرة وتعرف " بالكاروتين " (Carotin) ومادة صفراء تسمى " زانثوفيل " (Xanthophyll) ملحقة بالكاروتين .

أما طبيعة الكلوروفيل (الخضير) الكيماوية فقير معروفة على أن تولده يتوقف بصورة ما على وجود عنصر الحديد فى النباتات وان كان لا يظهر أنه يشتمل على هذا العنصر .

وكلوروبلاستات النباتات المزروعة فى الظلام أو التى تغطى مدة ماتفقد اخضرار لونها وتصبح عديمة اللون أو صفراء باهتة .

ويتوقف تولد الكلوروفيل على الضوء ماعدا كلوروفيل الكلوروبلاستات الموجودة فى أجنة بعض النباتات . وعليه فالفلقنان وأول أوراق أغاب البوادر والأوراق الناشئة من البراعم الأرضية من النباتات المعمرة هى وحدها التى تخضر عند ماتصل الى سطح التربة . كما أن تكون الكلوروفيل يتأثر بالحرارة ، فان بلاستيدات كثير من النباتات النامية فى الظلام لاتحدث لونا أخضر حتى ولو عرضت للنور اذا كانت الحرارة تحت درجة التجمد ولكنها تحدث هذا اللون على درجات أعلى من تلك .

ويستخرج الكلوروفيل بواسطة الكؤول ولعله يكون إذ ذاك على صورة متغيرة . محاليله فلورية أى متلونة فتظهر حمراء كالدّم اذا هى نظرت بضوء منعكس وتظهر خضراء اذا نظرت بضوء محترق . واذا عوملت بالحوامض تغير لونها فأصبح أخضر كدرا ضاربا الى السمرة وبعد موت سيتوبلازم الخلايا تنتشر العصارة الخلوية الحمضية التى توجد فى باطن تجويف الخلايا

والنبات حتى خلال السيتوبلازم حتى تبلغ الى الكلوروبلاستات فتدعوها الى التغير الى لون الخضرة السمرء التي هي خاصة بالأوراق الميتة . وليس تكوين الكلوروفيل بالأمر الوحيد الذى يكون الضوء له ضروريا بل الضوء ضرورى مباشرة لعملية تثبيت الكربون إذ أن الطاقة (Energy) أى القدرة اللازمة لتحليل ثانى أكسيد الكربون والماء المستعملين فى هذه العملية مستمدة من انرجى أشعة الشمس ولا تستطيع النباتات الخضراء أن تحدث تركيب المواد الكربوايدراتية من ثانى أكسيد الكربون والماء فى الظلام . ولذلك فهم فى هذه الظروف تفقد من وزن جوامدها نظرا الى مايفقد منه فى عملية التنفس الحاصلة فى كل الأوقات (أنظر الفصل التاسع عشر) .

لا يكون صنع المركبات الكربونية فى الظل وفى الأمكنة السيئة الاضاءة وفى الصوبات وفى أيام الشتاء الغائمة إلا قليلا لا يكفى فى الغالب لامداد النباتات بحاجاتها الصحيحة . وبازدياد شدة الضوء يزداد "تثبيت الكربون" ازديادا نسبيا حتى يصل الى الدرجة القصوى وهذه لا يوصل اليها فى كثير من النباتات حتى تكون معرضة لضوء الشمس مباشرة .

على أن من النباتات التى تألف الظل ما يحتاج الى مقدار شدة فى الضوء معتدلة لتغذيته تغذية صحيحة . فاذا عرضت الى ضوء شديد قل تنشطها أو وقف . وأصاب الأذى كلوروبلاستاتها وغيرها من محتوياتها الخلوية البروتوبلازمية .

وخلايا البشرة فى أغلب النباتات خالية من الكلوروبلاستات ، ولا شك أن محتويات خلايا هذا النسيج تحمى كلوروبلاستات الأنسجة الواقعة بعدها من سوء فعل شدة الضوء وفضلا عن ذلك فإن الكلوروبلاستات تنقل الى

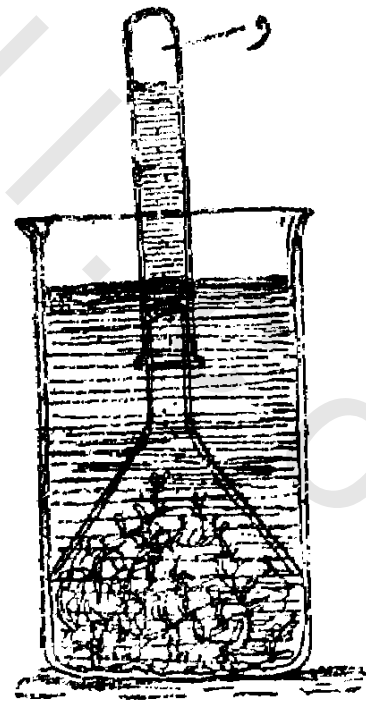
مواضع أكثر افادة لها فى باطن الخلايا اذا أصبحت شدة الضوء الواقع على الأوراق بالغة .

والأشعة الحمراء والبرتقانية والصفراء الموجودة فى ضوء الشمس هى أشد الأشعة أثرا فى "تثبيت الكربون" أما الأشعة الأرجوانية والبنفسجية فليس لها من الأثر فى هذه العملية إلا قليل جدا .

"تثبيت الكربون" فى كثير من النباتات يحدث بمقدار قليل على درجة او اثنتين فوق درجة التجمد فاذا ازدادت درجة الحرارة ازدادت العملية تنشطا حتى تصل الى درجة ٢٠ م أو ٢٥ م فأما بعد هذه الدرجة فان هذه العملية يقل تنشطها حتى اذا بلغت درجة ٥٦ م وقفت وانتهى الأمر تموت النبات .

تج ١١٢ : ضلع بعض فراخ من النبات المائى (Potamogeton) فى كوبة ملاءى بالماء وضع قعاً زجاجياً فيها مقنونا كما فى (شكل ٧٨) وضع أنبوبة اختبار ملاءى بالماء على طرف القمع . وعرض جميع ذلك لورضاح ولاحظ أن فقاعات من الغاز تصعد عن أوراق النباتات وتجمع فى نقطة (و) فى الأنبوبة الاختبارية وبعد أن تجتمع بضعة سنتيمترات مكعبة من الغاز فى الأنبوبة انتزعها من القمع وضع ابهامك على الطرف المفتوح منها وهى تحت الماء حتى تمنع الهواء من الدخول . ثم ارفع الأنبوبة من الماء رفعا كليا واقبلها ولا يفارق ابهامك طرفها الذى سدده طول المدة ، ثم ارفع ابهامك وأزل عود ثقاب متجمر فى الغاز .

أجل ، ان الغاز المتجمع ليس أوكسجيناً نقياً ولكنه يشتمل على نسبة منه عظيمة ولذلك يسبب لعود الثقاب المتجمر أن ياتهب عند وضعه فيه .



(شكل ٧٨)

تج ١١٣ : (١) أربط فرخاً طرفياً من نبات البوتاموجيتون ضوله ٤ بوصات أو ٦ بمضيق زجاجي وضعه بحيث يكون الطرف المقطوع من الفرخ الى أعلى في أنبوبة زجاجية مملئة بماء بئر .

عرض جميع ذلك الى ضوء نهار ضاح ، وأرقب وعد الفقاع الأوكسيجين التي تصعد عند الطرف المقطوع من الفرخ في دقيقتين أو ثلاث .

(٢) انقل هذا الجهاز الى مكان سبيء الاضاءة وعد الفقاع التي تنطلق في نفس الوقت السابق . واذا كرهت زيادة عددها اذا عرّضت النبات لضوء ضاح عما اذا عرّضت لضوء مظلم أم لا ؟

تج ١١٤ : أعد هذه التجربة ولكن استعمل فيها ماء سبق لك غليه حتى اخرج منه كل غاز ثاني أوكسيد الكربون . ولاحظ أنه لا ينطلق من الورق إلا قليل من الغاز إن لم يمنع بتاتا . عند ذلك أضف مقدارا من ثاني أوكسيد الكربون الى الماء بأن تنفخ في أنبوبة زجاجية مغمسة فيه .

تج ١١٥ : أعد التجربة ١١٢ واستعمل جذورا وأزهارا وغيرها من الأجزاء النباتية غير الخضراء لتبين أنه لا ينطلق أوكسيجين من مثل هذه الأجزاء .

تج ١١٦ : (١) أقطف ورقة من بعض النباتات العريضة الأوراق وذلك في عصر يوم دافئ . وضاح الضوء . واختبر هل تجدد بها نشا . وذلك بأن تضعها أولا في ماء غال مدة دقيقة تنقلها بعدها الى اناء فيه كؤولات ممتلئة دافئة لاذابة الخضير وغيره من الأصباغ . وارك الأوراق في هذا الاناء بضع ساعات حتى يبهت لونها ثم انقلها بعد ذلك الى طبق فيه محلول اليود (أنظر تج ٧٩) . فاذا كانت الأوراق تشتمل على نشا انقلبت سوداء أو أرجوانية قائمة .

(٢) اختبر هل تجدد نشا في الأوراق المبقعة بلطخ بيضاء . وبين أن لا نشا في الأجزاء البيضاء التي حلت من الكورولا استات .

تج ١١٧ : (١) ادهن ورقة كثرى بالزبدة أو الشمع على جانبيها اسدائثفور واركها بعد ذلك يومين وفي عصر اليوم الثالث أزل الزبدة أو الشمع بماء حار واختبر هل تجدد نشا في الورقة . ولاحظ أنه لا يتبدل نشا في النصف الذي منع غاز ثاني أوكسيد الكربون من الدخول اليه . (٢) ادهن السطح الأعلى فقط من ورقة كثرى والسطح الأسفل من ورقة كثرى أخرى . واركهما ثلاثة أيام ثم ابحث عن النشا .

- ابحث أى الورقتين أحوى للنشا ، ثم تحقق على أى السطحين تكثر الثغور .
- تج ١١٨ : لبيان تأثير الظلام فى تكوين النشا ضع ورقة ترابيولم مربوطة فى كيس من الورق الأسمر حتى لا يدخل إليها نور بنة ودعها كذلك يومين ثم ابحت عن وجود النشا .
- تج ١١٩ : اغلِ مقدارا من أوراق النجيليات دقيقة أو اثنين ثم اتزع منها الخضير بوضع الأوراق فى كزول قوى فى خزانة مظلمة .
- رصب بعض المحلول فى كوبة أو فى أنبوبة كبيرة ولاحظ اخضرار لون المحلول عند عرضه فى النور وحرمة القائمة اذا نظر اليه بنور منعكس عنه .
- ولاحظ ما يحدث من التأثير فى الضوء عند وضع بعض نقط من الحامض الأيدروكلوريك الى المحلول .
- تج ١٢٠ : انبت بعض بواذر من القمح والجرذل والبازلاء فى ظلام دامس . ولاحظ أن أوراق هذه البواذر لا تكون خضراء . ثم عرّض النباتات للضوء وراقب الوقت الذى تبدو فيه أول علامات اخضرار اللون للعين .
- تج ١٢١ : ضع ماجورا أو ساطنية أو حرضا مقلوبا على مكان من غيط ثابت حتى يمنع الضوء عن النبات الذى تحته . وراقب كيف يفقد النبات اخضرار لونه بعد أيام .

الفصل السابع عشر

تكوين البروتيدات — نقل الزاد واختزانه

- ١ — تحدث على الدوام فى جسم النبات عدة تغيرات كىماوية عظيمة يطلق على جمعتها اسم "العمليات الميتابولية" أو "الميتابولزم" (Metabolism) (التحويل الغذائى) ومن هذه العمليات ما يؤدى — كالتى سبق بحثها فى الفصل السابق — الى تكوين مركبات معقدة من مركبات أبسط منها . وتسمى هذه

- ابحث أى الورقتين أحوى للنشا ، ثم تحقق على أى السطحين تكثر الثغور .
- تج ١١٨ : لبيان تأثير الظلام فى تكوين النشا ضع ورقة ترابيولم مربوطة فى كيس من الورق الأسمر حتى لا يدخل إليها نور بيته ودعها كذلك يومين ثم ابحث عن وجود النشا .
- تج ١١٩ : اغلِ مقدارا من أوراق النجيليات دقيقة أو اثنين ثم اتزع منها الخضير بوضع الأوراق فى كزول قوى فى خزانة مظلمة .
- رصب بعض المحلول فى كوبة أو فى أنبوبة كبيرة ولاحظ اخضرار لون المحلول عند عرضه فى النور وحرمة القاتمة اذا نظر اليه بنور منعكس عنه .
- ولاحظ ما يحدث من التأثير فى الضوء عند وضع بعض نقط من الحامض الأيدروكلوريك الى المحلول .
- تج ١٢٠ : انبت بعض بواذر من القمح والجرذل والبازلاء فى ظلام دامس . ولاحظ أن أوراق هذه البواذر لا تكون خضراء . ثم عرّض النباتات للضوء وراقب الوقت الذى تبدو فيه أول علامات اخضرار اللون للعين .
- تج ١٢١ : ضع ماجورا أو ساطنية أو حرضا مقلوبا على مكان من غيط ثابت حتى يمنع الضوء عن النبات الذى تحته . وراقب كيف يفقد النبات اخضرار لونه بعد أيام .

الفصل السابع عشر

تكوين البروتيدات — نقل الزاد واختزانه

- ١ — تحدث على الدوام فى جسم النبات عدة تغيرات كىماوية عظيمة يطلق على جملة اسم "العمليات الميتابولية" أو "الميتابولزم" (Metabolism) (التحويل الغذائى) ومن هذه العمليات ما يؤدى — كالتى سبق بحثها فى الفصل السابق — الى تكوين مركبات معقدة من مركبات أبسط منها . وتسمى هذه

العمليات "بالانابولية" أو "بالانابولزم" (Anabolism) . (التحويل الغذائى التركيبى) . فاما تلك التى تؤدى الى تحليل المركبات المعقدة الى مركبات أبسط منها فتدرج تحت اسم "الكاتابولزم" (Catabolism) . (التحويل الغذائى التحليلى) .

فأما الظروف التى تحدث فيها التفاعلات الكيماوية فى جسم النبات الحى فهى أشد وأعظم تعقيدا من تلك التى نصادفها فى المعامل الكيماوية وربما كانت تخالفها جد المخالفة ولا تزال معلوماتنا عن التغيرات الكيماوية التى تعنى بإنتاج كثير من المركبات العضوية المختلفة الموجودة فى النباتات قليلة جدا غير كاملة .

تكوين البروتينات

ليس تركيب أنواع السكر وغيره من المركبات الكربوهيدراتية من مواد غذائية بسيطة غير عضوية بالأمر الوحيد الذى يحدث أثناء نمو النباتات الخضراء بل يحدث أيضا بناء مركبات عضوية أخرى أهمها مايشتمل على النتروجين وهذه هى الأميدات والبروتينات .

فأما المصادر الطبيعية التى تستمد منها النباتات الخضراء ما يلزمها من النتروجين لإنتاج هذه المركبات فهى :

- (١) النتروجين الخالص غير المتحد الذى يوجد فى الجو .
- (٢) مركبات الدبال النتروجينية العضوية المعقدة التى فى الأرض .
- (٣) الأملاح النوشادرية الموجودة فى الأرض .
- (٤) النيترات .

ومعظم نباتات الفصيلة البقلية تعيش في معاشرة البكتريوم (Symbiosis) وهي وحدها القادرة على الانتفاع بالنتروجين السائب في الهواء . وقد أثبت بواسطة المزارع الرملية والمائية أن النباتات الخضراء ان كانت تستطيع أن تستعمل الأملاح النوشادرية كالبوليا واللوسين وكثيرا من المركبات العضوية النتروجينية مباشرة فانها تجود اذا هي أمدت بنتروجين على صورة نترات ، وهذا صحيح حتى في النباتات البقلية التي تستطيع في الظروف المذكورة أن تحصل على نتروجينها من الجو .

وبما أن الأملاح النوشادرية والمركبات النتروجينية العضوية من البراز والبول والدبال اذا هي وضعت في الأرض تتغير في النهاية الى نترات فيستنتج أن النباتات تحصل في العادة على أهم جزء من النتروجين الذي تحتاج اليه من نترات الكلس والمغنيزيوم والبوتاسيوم والصوديوم الموجودة في الأرض .

ولا تزال التغيرات الكيماوية التي تحدث للنترات بعد أن تمتصها النباتات وكذا الأنسجة أو الأعضاء التي تحصل فيها هذه العمليات غير معروفة تقريبا وتختلف النباتات بعضها عن بعض في طريقة أخذ النترات ، فقد توجد النترات في بعض الأنواع شائعة في كل أجزائها . ولا يوجد في غيرها إلا في الساق والجذور وفي بعضها لا يوجد بته والظاهر في هذه الحالة أن هذه المركبات لتحلل بمجرد دخولها أطراف النباتات أى في الشعيرات الجذرية وفي ألياف الجذر الواهنة .

وقد يستنتج من هذا أن بين المركبات النتراتية البسيطة التي تمتص من التربة وبين البروتينات المنتجة في النباتات حواصل وسطية كثيرة يصنعها النبات . فأما ماهية هذه الحواصل فلا تعرف يقينا ولكن لا شك أن مادة

الاسباراجين (الحامض الأميدوسكسناميك) (Succinamic) هي من ضمن المواد النتروجينية الوسطية التي تبني منها البروتينات في النهاية بمعونة الكربوايدرات التي سبق تكوينها وربما كان منها غير الاسباراجين من الأميدات والحوامض الأميدية .

ويظهر أن بناء البروتينات من الاسباراجين وأنواع السكر في بعض الأحوال ، يحدث في الأوراق وربما استمر في الظلام ولكن في بعض الأحيان تزداد سرعة العملية إذا تعرضت النباتات للضوء . ويحدث مثل هذا الصنع في الجذور وربما حدث في غيرها من أجزاء النباتات .

وقد بين العالم "شولتز" (Schultze) وغيره أن في استطاعة النباتات أن تستعمل النيترات وأملاح النوشادر لصنع الاسباراجين وغيره من المركبات الأميدية الملاحقة به . وظروف تكون الاسباراجين من النيترات هي — كما قال العالم سوزوكي (Suzuki) — ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا ما ووجود السكر .

وفضلا عن تكون الاسباراجين بطريقة التركيب الكيماوى من النيترات أو الأملاح النوشادرية والسكر ، فإنه يظهر أنه ينتج في النباتات بتحلل البروتينات فيمكن أن يستعمل هذا الاسباراجين ثانيا لتجديد بروتينات إذا وجد من المواد الكربوايدراتية مدد موافق لاتمام عملية التركيب .

ويقوم بعض المركبات غير العضوية — خلاف النيترات — مثل السلفات والفوسفات في عملية تكوين البروتينات إذ أنها تشتمل على كبريت وفي بعض الأحيان على فوسفور أيضا ، وربما دخل في تركيب البروتينات المعقدة بعض العناصر المعدنية كال بوتاسيوم والكليسيوم المعروفة بضرورتها لتغذية النباتات .

٣ - استعمال ونقل واختزان المواد النباتية الزائدة .

ان المركبات العضوية الشتى التى تصنع بواسطة العمليات الأنابولية (التشيدية) تستخدم بطرق مختلفة . وذلك أن مقداراً من المواد السكرية والدهنية يستهلك فى عملية التنفس . وفى النباتات التى توضع فى الظلام وفى الأطوار الأولى من نمو البرور وفى الدرنات والبصلات ، تؤدى العمليات التنفسية الانتلافية الى فقدان مقدار عظيم من الكربون ينطلق فى الجو على صورة ثانى أكسيد الكربون . وفى هذه الظروف يحدث نقص فى وزن المواد الجافة من النبات على أنه اذا تم نمو الأوراق والأعضاء التى تعنى بأمر تثبيت الكربون حدثت زيادة مطردة فى الوزن الجاف من مبدأ حياة النبات الى نهايتها إذ تكون الانابولزم أى التشييد أزيد بكثير من الكاتابولزم أى عمليات التحليل .

والجزء الأكبر من المواد السكرية والدهنية والبروتينية وغيرها من المركبات العضوية التى تصنعها النباتات يستخدم فى بناء الجذر الخلوية وپروتوپلازم الخلايا الحديثة الناشئة عند نقط النمو ، وفى تغذية پرتوپلازم الخلايا البالغة وكذا فى تخزين جذرها الخلوية . وفى ظروف النمو العادية يبنى من المواد العضوية مقداراً كثيراً يحتاج اليه الأمر للتغذية الضرورية للنبات ولذلك فالزائد منها يختزن لتغذية نسلها واذا كان النبات معمر كان ذلك الاختزان لسد حاجته من الغذاء فيما بعد ذلك من أدوار نموه .

وينتقل السكر من البصل الورقى الى العنق ثم الى الساق ومنها ينتقل على استطالتها الى البراعم ونقط النمو وغيرها من أجزاء الجذر والفرخ حيث يكون النمو وتكوين الأعضاء أو الأنسجة الجديدة جارياً وكذلك الى المراكز التى تدخر فيها الأغذية الاحتياطية .

ويؤثر أنزيم الدياستاز الموجود في الخلايا في النشا المتكوّن في كلوروبلاستات النصول الورقية فيحوّله الى مالتوز وهذا ينتقل من الورقة مع بقية أنواع السكر الى مراكز التغذية والاختزان .

وأنواع السكر وغيره من المواد الكربوهيدراتية تنتقل جزئيا في النبات بطريقة الانتشار الغشائي من خلية الى خلية . وأكثر ما ينتقل منه انما يكون من الأوراق الى الساق خلال الفلويم والخلايا البرنشيمية المستطيلة التي تحيط بالحزم الوعائية ؛ وفي الساق والجذور تنتقل هذه المركبات خلال أنسجة الفلويم وربما كان خلال الأجزاء الداخلة من القشرة الى حدّ قليل .

ونتلقي الأشعة النخاعية من اللحاء المواد التي تصنع في الأوراق وتحملها الى الكامبيوم وإلى الأجزاء الحية من الخشب التي تحتاج الى تغذية .

أما البروتيدات وهي تنتشر ببطء عظيم أولا تنتشر بته خلال الجدر الخلوية فتنتقل مسافات طويلة في السوق والجذور خلال أنابيب اللحاء الغربالية المفتحة وتؤثر الانزيمات في هذه المركبات أيضا فتحملها الى بيتونات وإلى أنواع الأميدات والاسباراجين واللوسين والتريوسين التي تنتشر بسهولة عظيمة .

ويسير تيار العصارة الحامل للمواد الغذائية الخام من الأرض الى الأوراق من خلال الخشب . فأما الغذاء المصطنع فينتقل على الأخص خلال اللحاء ولا يعترض سير الماء من أدنى الى أعلى نزع حلقة كاملة من القشرة من ساق شجرة محزوزة الى نطاق الخشب ولكنه يمنع تيار الغذاء المجهز من النزول الى الجذور ، وعليه فاذا لم يلتم الجرح بتكوّن نسيج موصل جديد على عرض الجزء المكشوف ماتت الجذور جوعا وأذنت الشجرة بالبلى .

ويتوقف مقدار الزمن الذى تعيش فيه الشجرة بعد قطع مثل تلك الحلقة منها على نوع الشجرة وكذلك على مقدار المواد العضوية المختزنة فى أرومة الجذر، وفى الجذور قبل أن يجرح .

على أن الجزوع المجروحة بحلقات تعمل فيها تعيش مدة غير محدودة إذا نشأت فراخ عرضية أدنى الجزء المجروح إذ أن هذه الفراخ الورقية تصنع مواد عضوية . وبما أن هناك اتصالا غير منقطع بين مثل هذه الفراخ الجديدة والجهاز الجذرى فإن هذه الجذور تستطيع أن تتلقى مقدارا ما من المواد المغذية التى قد تكون كافية لاعانتها على النمو مدة طويلة . وتمتنع المواد المصنوعة فى فرخ أو فرع من الشجرة من تركه إذا جرح بعمل حلقة فيه كالسابق شرحها . وعلى ذلك فالفرخ والثمار التى تكون عليه تنمو مزهرة تبعا لازدياد مدد غذائها .

ويغلب أن يحدث نمو خاص فى أنسجة الخشب واللحاء فوق الجزء المجروح بالحلقة مباشرة تبعا لتجمع المواد الغذائية واستخدامها فى تلك النقطة وترى مثل هذه الثخانة أو الاتساع فى الساق بسبب عوق سير العصير المجهز فوق النقطة التى رشقت فيها الطعوم على الأصول فى عملية التطعيم ولا سيما إذا كان اتصال الجزئين المطعمين غير كامل .

وإذا ربط سلك أو حبل ربطا شديدا حول الأشجار والفروع أدى الى مثل هذه النتائج .

تج ١٢٢ : انتزع بعض أوراق من نبات الزرنبولوم والبرسيم وغيرهما من النباتات فى العصر وابحث عن وجود النشا فيها بواسطة اليود كما فى تج ١١٦ . وانتزع من نفس النباتات أوراقا فى الصباح الأبد من اليوم التالى وابحث عن وجود النشا فيها .

قارن بين جمعة العصر وجمعة الصباح ولاحظ أن النشا في جمعة العصر وفرة .

تج ١٢٣ : ازرع في الربيع أو في أوائل الصيف حقة عرضها نصف بوصة تقريبا من قشرة فروع أشجار مختلفة وازرع من بعض هذه الفروع حقتين أو ثلاثا من القشرة قريبة بعضها من بعض حتى يمكن ترك برعم على بعض الأجزاء التي لم تعمل فيها حلقة وتحلو من البراعم غيرها .

وراقب نمو أجزاء الفراخ الموجودة تحت الحلقة وفوقها وانظر هل البراعم الموجودة بين الحقتين نامية نموًا مرضيا ؟

تج ١٢٤ : اقطع قبل تفتح البراعم الورفية في الربيع عقلا من الصفصاف طولها قدم تقريبا بحيث تكون من أجزاء فراخ مستوفاة النمو من السنة الماضية واعمل حلقة في كل عقلة على مسافة قيراط ونصف من قواعدھا وضع بعضها في الماء وبعضها في تربة رطبة . واركھا حتى تبتدر جذور عرضية ، ولاحظ ارتفاع نمو الجذور والبراعم فوق الجزء الذي عملت فيه الحلقة وتحتة وكذلك حجمها النسبي .

تج ١٢٥ : احكم ربط فتلة أو سلك حول فرع شجرة ولقھا عليه مرتين أو ثلاثا ولاحظ ما يعقب من نمو الأعضاء الشتي فوق الجزء المربوط وتحتة .

ان المادة العضوية الزائدة التي يصنعها النبات تنقل الى أجزاء شتي من جسمه لتخزن لاستخدامها في المستقبل . ففي النباتات الحولية يخزن الغذاء في البزور فقط وفي القمح وغيره من الغلال يصبح اندوسبرم البزرة غاصبا به على التدرج . أما في البازلاء والفول وغيرهما من النباتات الحولية فان الغذاء يخزن في فلقات الجنين وفي النباتات ذات السنتين والمعمرة تملأ البزور بالغذاء المخزن على نحو ما سبق الوصف ولكن هذه النباتات تجمع وتخزن مقدارا عظيما من المواد العضوية قبل انتهاء سنة نمو واحدة في أعضائها الخضراوية وتستخدم هذه المواد في تغذية الكامبيوم والبراعم والجذور وتتميتها أثناء الأيام الأولى من سنة النمو التالية . أما في اللفت والجزر فان المواد الاحتياطية تخزن في الجذور ، وفي البصل والثوم تخزن في أوراق البصلات ، وفي البطاطس في الدرنات ، وفي السبيرس اسكيولنتس ، وكثير من النباتات العشبية المعمرة تخزن في الريزومات أو في أرومة الجذور .

وتخترن الأشجار والشجيرات غذاءها الاحتياطى فى برنشيمة القشرة عادة وفى الأشعة النخاعية من السوق .

وفى أنواع البصل وكثير من البصلات يخترن احتياطى كربوايدراتها عادة على صورة سكر دكستروز . أما الفواكه فإن كثيرا منها تخزنها على صورة ليثيولوز فى عصارتها الخلوية وفى قصب السكر وقصب البنجر واللقت وأمثالها يكون المختزن من الغذاء سكرًا قصبيا مذوبا فى العصارة الخلوية وفى درنات الطرطوفة يقوم الأنولين مقام السكر المذكور . وفى أغلب النباتات تخزن المواد الاحتياطية عادة على صورة جامدة غير قابلة للذوبان وفى هذه الحالة تشغل هذه المواد مكانا أضيق مما اذا كانت ذائبة .

وأشيع مختزن كربوايدراتى جامد هو النشا وهذا يكون على صورة حبوب صغيرة كما سبق الوصف . وفى بعض الأحوال تتكون بعض حبيبات نشوية صغيرة فى باطن السيتوبلازم ولكن الحبوب الكبرى التى تكون فى مراكر الاختزان الخاصة انما يولدها ليوكوبلاستات الخلايا من أنواع السكر التى تنقل إليها من الأوراق حيث تجرى عملية تثبيت الكربون وعليه فالنشا فى الحبوب الغلالية وفى درنات البطاطس وفى الأشعة النخاعية وقشرة الأشجار فى الشتاء يتكون من أنواع من السكر سبق صنعها فى الأوراق .

وحبوب النشا التى تكونها الليوكوبلاستات هى فى العادة أكبر حجما من تلك التى تتكون مؤقتا وتخترن فى كلوروبلاستات الأوراق . وفى بعض البزور تخترن المادة الاحتياطية من الكربوايدرات على صورة جدر خلوية مشخنة تشمل على مادة الهيميسلولوز .

والدهون والزيوت الثابتة التي تحدث في بزور الكتان والقطر وغيرها هي مواد احتياطية غير أزوتية وأقول ما ترى هذه المواد على صورة نقط دقيقة في البروتوبلازم ، وتجري هذه النقط الصغيرة بعضها الى بعض حتى تكون نقطا كبيرة . وفي بعض الأحوال يظهر أن الدهون والزيوت تصنع من الديكستروز وغيره من أنواع السكر . أما في غيرها فتولد من تحويل النشا .

والاسباراجين واللويسين والجلوتامين وغيره من المركبات الأميدية تكون في الغالب أهم مختزن من المواد النيتروجينية الموجودة في العصارة الخلوية من الدرنات والجذور وريزومات النبات . فاذا تقدمت الدرنات والجذور نحو البلوغ انقلب بعض هذه المركبات الى بروتيدات . وفي بعض البزور الناضجة تكاد تتكون المادة النيتروجينية الاحتياطية من بروتيدات مختزنة على صورة حبوب البرونية (Aleuron-grains) جامدة ، وكل غير ذات شكل ولا يوجد فيها إلا قليل من المركبات الأميدية .

ويلاحظ أن المواد المختزنة بالفعل هي في العادة مختلفة في تركيبها الكيميائي وفي قابليتها للذوبان ، عن المواد العضوية التي نقلت الى الخلايا حيث يجري الاختزان . فاحدى صور السكر لتغير الى صورة أخرى من السكر بعد دخوله في الخلية أو تستخدمه الليوكوبلاستات في تكوين حبوب النشا ، وعليه فالعصارة الخلوية تصبح أقل تركزا من صنف السكر الذي دخل فيها ويتجدد الانتشار الغشائي .

بهذه التغيرات يمكن استمرار تخزين المواد الاحتياطية وإلا فانت العصاره الخلوية من الأنسجة الاختزانية تصبح من التركيز بحيث لا يمكن انتقال المادة

الى الخلية بواسطة الانتشار الغشائى وفضلا عن ذلك فان تغير مادة انتشارية قابلة للذوبان الى صورة غير قابلة للذوبان يمنع انتفاخ الخلايا أن يكون مفرطا .

تج ١٢٦ : اقطع قطاعات عرضية من أفرع العام الماضى من كثير من الأشجار فى الشتاء وضعها لحظة فى محلول يود (أنظر تج ٧٩) وبعد ذلك ثبتها فى الماء واغصها بالشبيثة الصغرى ولاحظ فى أى الأنسجة يوجد السكر بوفرة .

تغذية أنصاف الطفيليات وأنصاف الرميات

من النباتات الخضراء ما يظهر أنه يأخذ بعض مواد عضوية جاهزة سواء من نباتات حية أو من الدبال بخلاف ما له من القدرة على تكوين مواد عضوية من ثانى أكسيد الكربون والماء والنترات وغير ذلك من المواد غير العضوية البسيطة . من هذا الفريق نباتات تعرف "بأنصاف الطفيليات" (Semi-parasites) .

تعلق بعض أجزاء من جذور هذه النباتات نفسها بواسطة ممصات (Haustoria) تلفها على جذور النباتات النامية بالقرب منها وتمتص منها مقدارا ما من المواد العضوية وإلا فإنها اذا لم تعلق نفسها بهذه الطريقة على غيرها من النباتات لم يحسن نموها .

وهناك نباتات كثيرة منها أنواع الصنوبر والفصيلة المخروطية بالاجمال ، تظهر كأنما هى بالرغم من وجود كلوروبلاستات فيها تكمل مددها من المواد العضوية التى تصنعها بواسطة امتصاص مواد عضوية من الدبال المتحلل أو من عفن الورق (Leaf-mould) الذى يعثر على كثير من جذورها ناميا فيه .

وجذور أنصاف الرميئات الخضراء هذه ليس لها شعيرات جذرية امتصاصية أو قد يكون لها قليل منها ومع ذلك فإنها تألف ميسيلة (Mycelium) بعض أنواع الفطر الموجودة في الدبال . ويسمى الفطر والجذر وهما مجتمعان "ميكوريزا" (Mycorrhiza) . وفي بعض النباتات تكون الميكوريزا داخلية (Endophytic) إذ يعيش الفطر بعض العيش في باطن قشرة الجذر وفي غيرها يعلق على سطح الجذيرات ويغطيها بغطاء من الميسيلة أشبه بنسيج العنكبوت مكون من هيفات (Hyphae) تتدلى في الدبال وتمتص بعضه . ويسمى هذا النوع ميكوريزا خارجية (Epiphytic) وربما كان بعض مركبات الدبال العضوية تذيبها الفطر وتنقل مع غيرها من مركبات التربة الممتصة إلى النبات الذي يعيش معه الفطر . وعليه يبدو الفطر كأنه عامل مفيد إذ يعاون على الامتصاص وإلا لم يستطع النبات أن يجود .

وقد وجد أن بواذر الصنوبر تموت بعد مدة في أرض الغابات التي تعرض للاء الغالى أو لبخار الماء لقتل الفطر .

وبما أن نباتات هذا الفريق ذى الأوراق الخضراء ليست في حاجة لازمة للمواد الكربوايدراتية فقد يحتمل أن تكون وظيفة الفطر امتصاص المركبات النوشادرية والمواد الأزوتية العضوية وكذلك المواد الأخرى التي تشتمل على مواد الرماد اللازمة لتكوين النبات .

الفصل الثامن عشر

الأنزيمات وهضم المواد المختزنة

ان المواد المختزنة فى البزور والدرنات والجذور وغيرها من أعضاء النباتات هى فى الغالب مواد جامدة غير قابلة للذوبان وتلك مثل النشا والحبوب الألوورونية التى لا يمكن ازالتهـا من الخلايا المقفلة التى تحتويها أو مركبات مثل الزيوت والدهون التى لا توافق الانتشار السريع بواسطة الانتشار الغشائى وان كانت سائلة .

ولا بد قبل امكان نقل هذه المواد المختزنة من الأنسجة ، التى هى مودعة فيها ، الى مراكز النمو التى يحتاج اليها فيها ، من هضمها أو تغيير صورتها الى مادة قابلة للذوبان سهلة التوزيع تستطيع التنقل فى المجارى العادية المهيئة لنقل الأغذية . ويظهر فى بعض الأحيان أن التغيير اللازم فى صورة المادة ناشئ من تأثير البروتوبلازم الحى تأثيرا مباشرا ؛ ولكن يحدث هذا التغيير فى كثير من الأحوال بواسطة الفاعلية (Activity) الكيماوية لمواد تسمى "إنزيمات" (Enzymes) أو نحائريفرزها السيتوبلازم .

ويعرف من هذه الأنزيمات عدد عظيم ويستطيع مقدار قليل جدًا من كل منها أن يغير صورة مقدار غير محدود من المادة التى تؤثر هى فيها دون أن يصيبها التغير أو النقص أثناء العملية . والأنزيمات لا تستطيع العمل على درجة من الحرارة منخفضة ويهلك أغلبها اذا سخنت محاليلها الى حوالى درجة ٧٠°

مثنية . فأما الدرجة التي تناسبها للقيام بعملها مناسبة تامة فهي بين ٣٠° و ٥٠° مثنية وأكثر ما تكون فاعليتها الكيماوية في الظلام . فأما تعريضها لنور وضاح فإنه يوقفها ويتلفها على التدريج .

٢ — واليك أهم الأنزيمات الحادثة في النباتات :

(١) الأنزيمات التي تغير الكربوهيدرات المختلفة غير القابلة للذوبان الى أنواع السكر .

(أ) ينتسب الدياستاز الى هذا الفريق وهو يؤثر في النشا ويحوّله في النهاية الى مالتوز (Maltose) وإلى جزء صغير من مادة صمغية الشكل تسمى "دكسترين" (Dextrin) وذلك بعملية تحليل تدريجية مستمرة وتحدث صور أخرى من الدكسترين في غضون العملية ولكن سرعان ما تنقسم الى مالتوز : وبعضها يعطى لونا أسمر ضاربا الى الحمرة اذا عومل باليود .

ويرى في النباتات نوعان من الدياستاز مختلفان اختلافا قليلا جدا . فالنوع الذي يعرف "بدياستاز الإفراز" (Diastase of Secretion) مهمته تحليل النشا في البزور النابتة وأخص ما يكون في البزور النابتة من الشعير والفلال والنجليات . وهذا النوع من الدياستاز الذي هو الانزيم الخاص الذي يوجد في المولت يأكل ما يكون في مادة حبوب النشا من الانخفاضات الشبيهة بالنقر قبل أن يذيبها .

ويفرز هذا الأنزيم في بزور الفصيلة النجيلية (Graminae) بواسطة الخلايا الأسطوانية المستطيلة المكونة للطبقة السطحية أى بشرة ذلك الجانب من قصعة الجنين التي تتصل بالاندوسبرم . ثم ينتشر الدياستاز بعد تكونه

بواسطة البشرة فى الاندوسبرم ويغير النشا الى مالتوز وهذا تمتصه القصعة وينقل الى النقط النامية من الجنين المتكشف .

وتسمى الأنواع الأخرى من الدياستاز "بدياستاز الانتقال" (Diastase of Translocation) وهى أشيع انتشارا من دياستاز الافراز اذ توجد فى الأوراق والفراخ وغيرها من الأجزاء الخضرية من النبات وبواسطة يتغير النشا المتكون فى كلورو بلاستات الأوراق الخضراء أثناء النهار الى سكر بالليل .

ويوجد هذا النوع من الدياستاز فى كل أجزاء درنات البطاطس النابتة وهو يحول نشا الدرنه الى سكر ثم ينقل هذا المركب الى الفراخ التالية وتفرز أيضا مقادير قليلة من هذا الدياستاز بواسطة الطبقة الألورونية (Aleuron-layer) فى اندوسبرم حبوب الغلال عند الانبات . والدياستاز الثقلى يؤثر على درجة حرارة منخفضة أكثر من تأثير دياستاز الافراز ويذيب حبوب النشا دون سبق أكلها .

(ب) أثناء انبات حبوب الغلال يرى أن الجدر الخلوية من النسيج الأندوسبرى ، الواقعة بالقرب من الجنين وبالقرب من الطبقة الألورونية ، مفككة ومذوبة بواسطة فاعلية أنزيم يتبدى عمله قبل أن يتبدى الأنزيم الدياستازى فى اذابة النشا الموجود فى الحبة .

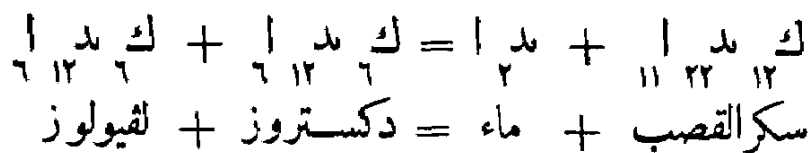
ويفرز بعض هذا الأنزيم المسمى "سايتاز" (Cytase) بواسطة بشرة القصعة ولكن أخص ما يفرز منه يكون بواسطة خلايا الطبقة الألورونية ويوجد أيضا فى فلقات البازلاء النابتة وفى اندوسبرم نوع من أنواع العائلة الراوندية (Polygonium) . ويظهر أن وظيفته فى هذه الأحوال التخلص من الجدر الخلوية حتى يسمح بعمل الانتشار أسهل فيكون تأثير الدياستاز أسرع فى مختزن النشا .

ويوجد الساييتاز أيضا في بزور البلح ويوجد غالبا في البزور النابتة من كل تلك النباتات التي يشتمل مخزن غذاء جنينها على جدر خلوية متخنة مركبة من الهميسلولوز (Hemicellulose) .

(٢) ويتغير الأنولين من المواد المخترنة الموجودة في درنات الطرطوفة الى لفيولوز عند الانبات بواسطة تأثير أنزيم يسمى "أنولاز" (Inulase) وقد سبق ذكر وجود هذا الأنزيم في بصلات بعض النباتات الزنبقية التي تشتمل على أنولين (Inulin) .

٣ — ومن المواد المخترنة الشائعة جد الشيوخ في عالم النبات مادة سكر القصب . وتشير التجارب الى أن هذه المادة لا تفيد وهي على هذه الصورة في تغذية البروتوبلازم تغذية مباشرة إلا قليلا وقد لا تفيد مطلقا على أنها تتغير بواسطة الأنزيم أنثرتاز أي الأنثرتين الى مخلوط من الدكستروز واللفيولوز اللذين لهما قيمة غذائية مباشرة .

وفي النباتات الجذرية مثل بنجر السكر والجذر يرسل مقدار عظيم من المادة العضوية التي تصنع في الأوراق أثناء السنة الأولى من النمو الى الجذر ويخزن على صورة سكر القصب وهذه المادة المدخرة ينتفع بها أثناء السنة التالية لتوليد سوق جديدة وأزهار وبزور ولكن قبل انتقالها من الجذور الى مراكز النمو المتجدد يحلل الأنزيم أنثرتاز سكر القصب الى دكستروز ولفيولوز تبعا للمعادلة الآتية :



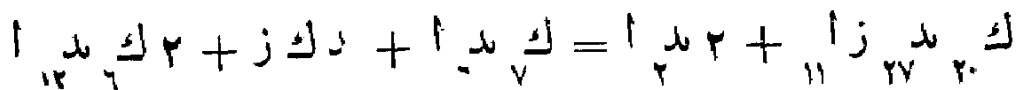
هذه الصورة من التحلل فى مركب تحللا يشمل تثبيت عناصر الماء يسمى "اكتساب الماء" (Hydrolysis) أو "تحللا مكسبا للماء" (Hydrolic) وهو من خواص فعل الأنزيمات كلها .

وقد وجد الأثر تاز فى أوراق النباتات الصغيرة وفى جذورها وفى حبوب اللقاح النابتة وفى غيرها من أجزاء النباتات حيث يوجد سكر القصب .

٤ — بعض المواد التى تعرف بالجلوكوسيدات تحدث عادة فى الأنسجة النباتية ولكن لا تزال حقيقة وظيفتها وقيمتها الغذائية للنبات غير مدركة تمام الإدراك على أنها تكتسب ماءً بتأثير الحوامض وبعض الأنزيمات فتصبح أنواعا نافعة من السكر وغيره من الأجسام ، تكون فى الغالب الدهيدات أو فينولات . فاما السكر الذى ينتج فالغالب أن يكون دكستروز (جلوكوز) ومن هنا أطلق لفظ "جلوكوسيدات" (Glucosides) على مثل هذه المركبات .

وأحسن أمثلة هذه المركبات الأميجدالين (Amygdalin) الموجود فى كثير من النباتات الوردية والسنيجرين (Sinigrin) الذى فى الخردل وغيره من النباتات الصليبية والسالسين (Salicin) فى الصفصاف . وبعض المركبات القابضة الذائقة الانتشار فى كل أجزاء النباتات وتعرف "بالدباغ" أو "التنين" (Tannin) هى من الجلوكوسيدات أيضا .

ويتم تحلل الأميجدالين بواسطة الأنزيم أمولسين (Emulsin) ويحدث الدهيد بنزىنى وحامض البروسيك وجلوكوز تبعا للمعادلة الآتية :



أميجدالين + ماء = الدهيد البنزين + حامض بروسيك + جلوكوز
ويتحلل الجلوكوسين سنجرين بواسطة الأنزيم ميروسين (Myrosin) .

٥ — ويوجد مقدار عظيم من المواد المخزنة في بزور الكتان والسلمج والخروع وغيرها من النباتات على صورة زيت أو دهن وأثناء انبات مثل هذه البزور يحدث تآدرت في الزيوت بواسطة فاعلية أنزيم يسمى "ليباز" (Lipase) ويظهر أن نتائج التحلل في هذه الأحوال بعد درسها درساً دقيقاً هي حوامض دهنية سائبة وجليسرين ولا يدري الى أى حال ينتهى أمر هذه الحوامض . أما الجليسرين فيحتمل أنه يتغير الى أى شكل ما من أشكال السكر التى تنتقل فى أنسجة الجنين وهو ينمو حيث يتقلب بعضه حبواً نشوية تدخر مدة قليلة .

٦ — ويوجد فى النباتات فريق آخر من الأنزيمات به يتآدرت مختلف أنواع البروتيدات غير القابلة للذوبان أو للانتشار الى بروتيدات أبسط منها تركيباً قابلة للانتشار تسمى "پبتونات" (Peptones) ويصحب هذه البروتيدات البسيطة مقدار ما من الأميدات (Amides) .

وليست التغيرات الكيماوية التى تحدث للبروتيدات فى انتقالها من مكان الى مكان فى باطن أنسجة النباتات واحدة فى كل الأحوال بل انما البروتيدات المخزنة تصير فى كثير من البزور قابلة لانتفاع الجنين بها بواسطة فعل نحائر تراپتيكية (Tryp) فاذا ابتداء الانبات تحللت البروتيدات (غير القابلة للذوبان البطيئة الانتشار) فى الفلقات وفى الأندوسبرم الى پبتونات قابلة للذوبان والى واحد أو أكثر من الأميدات كالأسباراجين والليوسين أو التايروسين وهى التى تنتقل بسهولة الى مختلف أجزاء الجنين النامى الذى يحتاج الى غذاء

تروجينى . وترى الأنزيمات أيضا فى الأوراق والسوق والأثمار المتكشفة فى كثير من النباتات حيث تسهل سرعة انتقال البروتينات فى هذه الأعضاء .

وتتوقف القوة التى للنباتات الطفيلية والسبروفيتية ، لامتصاص النشا والبروتينات ومواد عضوية أخرى من نباتات غيرها واستخدام ذلك كغذاء لها ، على قدرتها على افراز أنزيمات دياستازية وغير دياستازية .

ومن أنواع الفطر الطفيل ما يخرق أنسجة النباتات التى يغشاها بافراز أنزيم قادر على اذابة الجدر الخلوية الحائلة دونه .

والظاهر أن انتاج الكؤولات من السكر بواسطة خميرة أليسته (Yeast) يحدث بواسطة أنزيم يسمى "زايماز" (Zymase) موجود فى خلايا نبات أليسته . وبعض التغيرات الكيماوية التى تحدثها البكتيريات هى نتائج فعل الأنزيمات التى تفرزها هذه الكائنات العضوية .

تحج ١٢٧ : استنبت بعض بزور من الشعير على ورقة نشاف رطبة فاذا بدرت الريشة فذق طعم الأندوسبرم وقارن حالوته بحلاوة برة منقوعة غير مستنبتة .
وقارن طعم المولت بطعم حبوب الشعير العادى .

تحج ١٢٨ : هيئ عجينة رقيقة القوام من النشا ومحلول من دياستاز مولتى كما هو مبين (فى تحج ٨٠) . املأ أنبوبتين من عجينة النشا المذكورة وصب فى احدهما مقدارا من محلول الدياستاز وفى الثانية بعضا من المحلول بذاته بعد غايه ثلاث دقائق وتبريده واجتث باليود عن وجود النشا فى كلتا الأنبوبتين كل خمس دقائق كما نص فى (تحج ٨٠) .

كيف كان تأثير غلى محلول الدياستاز ؟

الفصل التاسع عشر

التنفس

التنفس العادى فى حضرة أوكسيجين الجوى المطلق — التنفس الهوائى من العمليات الفسيولوجية المعروفة التى تقوم بها الحيوانات عملية التنفس الذى يحدث فى أثناءه تبادل دائم فى الغازات بين جسم الحيوان والهواء المحيط به .

فيشهى الأوكسيجين فى الرئة ويزفر ثانى أوكسيد الكربون فى الجوى وما دامت الحياة موجودة فالتنفس مستمر ومن ثم كان من علامات الموت المحقق انقطاع هذه العملية .

على أن التنفس غير مقصور على الحيوانات بل هو أمر تقوم به كل النباتات العادية وهو ضرورى لبقائها كما هو ضرورى للحيوانات .

ومقدار التنفس وسرعته فى الحيوانات فى العادة أكثر بكثير منه فى النباتات ولكن العملية فى جواهرها واحدة فى هذين الفرقين من الكائنات العضوية ولا يخفى أن الحيوانات تموت اذا انقطع عنها مدد من الهواء النقى وكذلك الأمر فى النباتات فانها فى مثل هذه الظروف تلوح عليها علامات ضعف الصحة . وفى مزارع الحقول والبساتين العادية يحصل ما فوق الأرض من أجزاء النبات على ما يكفيه من الأوكسيجين لسد حاجاته جميعا ، ولكن يغلب فى الجذور أن يصيبها شديد الأذى من حاجتها الى مدد كاف من الهواء

النقى فى التربة ولذا كان مظهر عدم الصحة فى النباتات المغرقة بالماء ، فى أص
أو فى مغل مزروع فى أرض سيئة الصرف ، راجعاً على الأخص الى عدم كفاية
مدد الأوكسيجين لجذورها . والبزور التى تدفن فى الأرض على مسافة بعيدة
لا تحصل على هواء نقى كاف لصحة التنفس فاما أن لا تنبت وإما أن تنبت
على حالة لا يرتاح لها .

وكل خلية حية فى جسم النبات تنفس ، وذلك أن الأوكسيجين اللازم
لهذه العملية يمدّها به الهواء الذى يدخل من ثغور الأوراق ومن العديسات
ويتخلل جسم النبات فى الخلال الخلوية .

وحواصل التنفس فى الظروف الطبيعية فى كل النباتات الراقية هى ثانى
أوكسيد الكربون والماء . وبما أن كل كربون ثانى أوكسيد الكربون مشتق
من المركبات الكائنة فى جسم النبات فظاهر أن عملية التنفس هى عملية
اتلافية لا بد أن تؤدى الى نقص فى المادة الصلبة من النبات . وبوادر الغلال
وكثير غيرها من أنواع النباتات تفقد ما يقرب من نصف مادتها الصلبة اذا
هى تركت فى الظلام أسبوعين أو ثلاثة .

وعلى هذه الاعتبارات كان التنفس فى جوهره نقيض "عملية التمثيل" التى
يحدث فيها تثبيت للكربون وزيادة فى مقدار المادة الصلبة فى النبات . وفضلا
عن ذلك فإن التنفس يجرى فى كل الخلايا الحية سواء كانت فى ظلام أو
فى نوراً "تثبيت الكربون" فأنما تقوم به الخلايا التى تشتمل على
كلوروبلاستات اذا كانت متعرضة للضوء ويستهلك الأوكسيجين أثناء هذه
العملية وينطلق ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء ولكن عملية تثبيت الكربون
تستهلك فى النباتات الخضراء المعرضة للضوء من ثانى أوكسيد الكربون قدر

ما تنتجه عملية التنفس في الوقت نفسه عشرين أو ثلاثين مرة ولذلك يحدث أثناء سير العمليتين نقص في ثاني أكسيد الكربون وزيادة في أوكسيجين الجو ولا تظهر عملية التنفس واضحة إلا في الليل أو في الظلام . على أن التنفس سريع التبين في كل وقت فيما كان غير أخضر من أجزاء النبات كالجذور والأزهار والبرور النابتة .

والمركبات الكربونية التي تختفي أثناء سير هذه العملية هي الكربوايدرات كالنشأ وأنواع السكر والدهون . وأكسدة هذه المواد لا تحدث على درجة الحرارة العادية خارج النبات . والطريقة التي تستخدم هي بها داخل أنسجة النبات أثناء عملية التنفس لا تزال غير معروفة . والأكسدة تتوقف على البروتوبلازم وعليه ضبطها . إذ أنها تبطل إذا انقطعت الحياة . ومقدار التغيرات الكيماوية التي تجري وكذا طبيعتها لا تتغير سواء بنقص مقدار الأوكسيجين في الجو المحيط نقصا شديدا أو بزيادته زيادة عظيمة .

وامتصاص الأوكسيجين وما يعقبه من إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون هو المبدأ والنهاية لسلسلة طويلة من تغيرات كيماوية لا تزال أطوارها الوسطى غير معروفة . واختفاء النشا وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات العضوية أثناء التنفس ليس مسببا عن أكسدة بسيطة مباشرة ، فربما كان الأوكسيجين المتص يؤكسد البروتوبلازم نفسه مباشرة فيستعمل المركبات الكربونية لتعويض ما فقد .

وتتوقف نسبة الأوكسيجين المتص الى غاز ثاني أكسيد الكربون المخرج على قوة النمو وعلى المواد المستهلكة أثناء التنفس . وقد وجد في بعض النباتات أن هذه النسبة : حجم من ثاني أكسيد الكربون الناتج من حجم الأوكسيجين

المستهلك : كانت من القلة بحيث لم تبلغ إلا ٣,٠ في حين أنها بلغت في غيرها من العلو ١,٢

وحجم الأوكسيجين المأخوذ من الهواء أثناء تنفس طبيعى نشط في البزور الثابتة والدرنات والبصلات المشتملة على نشا وسكر وفي غالب النباتات الزهرية يساوى حجم ثانى أوكسيد الكربون المخرج ولكن حجم الأوكسيجين المستهلك في عملية التنفس التى تجرى أثناء انبات البزور التى تشتمل على دهون وزيوت أكبر من حجم ثانى أوكسيد الكربون المخرج اذ يظهر أن بعض الأوكسيجين الذى تمصه هذه البزور يستعمل فى أكسدة الدهون الى نوع ما من المواد الكربوايدراتية .

ولا يستطيع النبات أن يحتفظ بقواه الحيوية إلا بواسطة القوة التى تتولد من أكسدة المركبات فى عملية التنفس . والقوة الحيوية فى الحيوانات تنشأ شبيهة بتلك . فإذا امتنعت الأكسدة الفيسيولوجية امتنع النمو ووقفت حركة تيار البروتو بلازم فى الخلايا وعلقت حركات الأوراق والجذور وغيرها من آلات النبات .

وتتولد الحرارة فى كل الأحوال أثناء التنفس ويمكن ملاحظتها بسهولة فى ذوات الدم الساخن من الحيوانات . والأكسدة فى النباتات أقل تنشطا فى العادة بكثير منها فى الحيوانات . والحرارة المتولدة من القلة بحيث لا يمكن تبين فرق فى درجة الحرارة بين النباتات الخضراء وبين درجة حرارة الهواء المحيط بها وفضلا عن ذلك فإن تأثير التنفس المرطب فى النباتات الخضراء العادية المعرضة للهواء يخنئ أى ارتفاع قليل فى درجة الحرارة المسببة عن التنفس . على أنه اذا كومت بزور أخذت فى الانبات حثيثا أو كومت أزهار أو براعم مسرعة

في التفتح فقد يلاحظ ارتفاع درجتين أو ثلاث عن درجة حرارة الجوف بواسطة وضع فقاعة مقياس الحرارة في خلالها .

ويتوقف مقدار التنفس على ظروف خارجية وداخلية بل أن نشاط العملية في مختلف أجزاء نبات واحد ليس سواء ففي كل الأجزاء الصغيرة الوافرة البروتوبلازم النامية نموا نشطا مثل البزور النابتة والبراعم والازهار المتفتحة تجري عملية التنفس عنيفة ويلاحظ مثل ذلك في الأجزاء المقطوعة من النباتات . وفي البصلات الساكنة وكذلك الدرنات والبراعم الساكنة لا يلاحظ من التنفس إلا قليل وقد لا يلاحظ شيء بته . وفي البزور الجافة يبدو التنفس كأنما هو واقف وقد أمكن حفظ كثير منها اثني عشر شهرا في فراغ وفي تروجين وغيره من الغازات في ظروف تجعل التنفس مستحيلا ولكنها بعد تلك المعالجة أنبتت بسهولة .

وقد يرى التنفس على درجة التجمد المائي أو على درجة أو اثنتين تحتها حيث يقف النمو فاذا ارتفعت الدرجة زاد التنفس مطردا الى الدرجة التي يحدث فيها الموت وتقف العملية فجأة .

ويظهر أن ليس للضوء تأثير مباشر في التنفس . اذ أنه يستمر في الظلام كما في النور .

هذا وقد وجد بالتجربة أن عممية التنفس تحدث حدوثا طبيعيا حتى ولو كانت نسبة الأوكسيجين الموجود في الجوف قد نقصت الى ما دون نصف نسبته في الهواء .

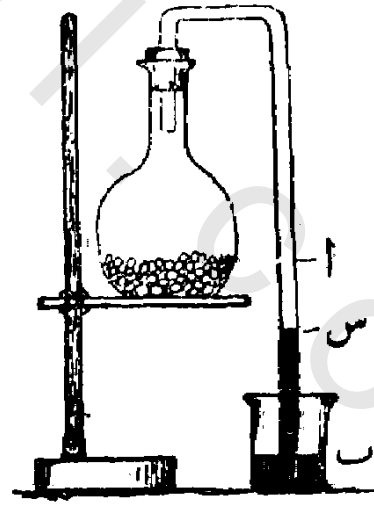
تج ١٢٩ : انقع حفنة أو اثنتين من بزور البازلاء أو الشعير في الماء مدة اثني عشرة ساعة ثم اسفلها من الماء ودعها تنبت على ورقة نشاف مبللة مدة اثني عشرة ساعة أخرى . ثم ضعها

في قنينة واسعة الرقبة وسدها بغل وضعها في غرفة مظلمة دافئة . ثم احضر زجاجة مثلها ولا تضع فيها شيئاً وسدها ثم اتركها الى جانبها واركبها اثنتى عشرة ساعة ثم ابحث بعد ذلك عن وجود ثانى أوكسيد الكربون بواسطة ادخال عود ثقاب ملتهب أو غير ذلك في كل من الزجاجتين . فاذا كان هناك غاز ثانى أوكسيد الكربون انطلقاً عود الثقاب . وهي تجربة أخرى مشابهة لتلك واختبر عن وجود ثانى أوكسيد الكربون بواسطة ماء الجير ثم صب ماء الجير هذا وهز الزجاجتين . فاذا كان هناك غاز ثانى أوكسيد الكربون انقلب ماء الجير ليلينا .

تج ١٢٠ : املأ بعض زجاجة واسعة القم برزوس من الجعضيض (Sonchus) والمنتانون (Montanon) تكون صغيرة السن وتفتحت نصف تفتح . سد الزجاجة واركبها اثنتى عشرة ساعة وبعدها ابحث عن وجود غاز ثانى أوكسيد الكربون كما سبق .

تج ١٣١ : أعد العملية السابقة واستعمل فراخاً مورقة خضراء وبراعم متفتحة وبصلات ودرنات وغيرها من أجزاء النباتات .

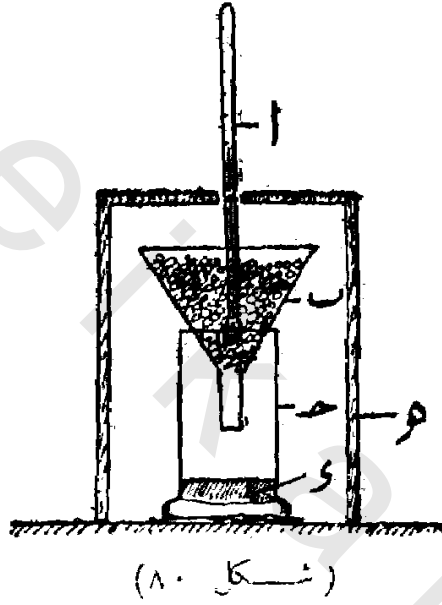
تج ١٣٢ : اتقع بعض برزور من البازلاء مدة اثنتى عشرة ساعة وبعد نسلها من الماء اتركها تثبت على ورقة نشاف . بليلة بضع ساعات ثم ضعها في دورق مهيأ على محمل من محامل الأنابيب وفي القم سدادة كاوتشوك محكمة وأنبوبة زجاجية منعطفة . أدنى الدورق بيديك وأغمس الطرف المفتوح من الأنبوبة في كوبة ملئت من الزيت ثم اترك الجهاز لمدة عشر دقائق أو عشرين والصق قطعة من الورق المصمغ على الأنبوبة (١) عند نقطة سه التي يرتفع اليها الزيت في الأنبوبة واحفظ الجهاز بأجمعه في غرفة حرارتها واحدة مدة عشر ساعات أو اثنتى عشرة ولاحظ ارتفاع الزيت بعد انتهاء هذا الوقت . فاذا كان حجم الأوكسيجين المتص مساوياً لحجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد بقى الزيت عند نفس النقطة التي كان عندها في الأنبوبة (شكل ٧٩) .



(شكل ٧٩)

أعد التجربة بيزور زيتية مثل برزور الكتان واللفت . مع هذه البرزور يرفع الزيت في الأنبوبة اذ إن حجم الأوكسيجين الذى تمتصه هذه البرزور أكبر من حجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد .

نح ١٣٣ : أبين أن الحرارة تتولد أثناء تنفس البزور النابتة . انقع بعض بزور من البازلاء أو الشعير في الماء مدة بضع ساعات ثم اتركها تبدأ في الانبات على ورقة نشاف مبللة . ضع هذه



البزور في قمع زجاجي كبير (ب) محموة في كوبة أو أنبوبة زجاجية (ح) تشتمل على مقدار قليل من محلول قوى من البوتاسا (د) كما في (شكل ٨٠) واغمس في البزور فقاعة مقياس الحرارة (أ) على درجة نصف ستيجراد . وغط الجميع غطاء غير محكم بلوحة من الورق المقوى (هـ) تاركاً فيها ثقباً للمقياس المذكور وللقارنة هيء جهازاً مماثلاً لذلك الى جانب الأول وضع في القمع كرات من النشاف المنقوع في الماء بدلاً من البزور وفارق ما يصل اليه الزئبق في الترمومترين في كل منهما على ثلاثة أيام متوالية .

التنفس الأناروبي (Anærobic) أو التنفس البيني الجزيئي (Intramolecular) — اذا وضعت النباتات الحية أو أجزاء منها في جو خال من الأوكسيجين السائب استمرت على اعطاء غاز ثاني أوكسيد الكربون مدة ما قبل حدوث الموت . وتولد هذا الغاز أو اصعاده بواسطة الكائنات الحية في غياب الأوكسيجين السائب يسمى ”تنفس أناروبي“ أو ”تنفس بيني جزيئي“ وتتوقف المدة التي تعيش فيها النباتات في مثل هذه الظروف على نوع النبات ودرجة الشدة في نموه . وبوادر الذرة المتشطة في نموها تعيش وتستمر على اعطاء ثاني أوكسيد الكربون في غياب الأوكسيجين مدة اثنتي عشرة ساعة أو أربع عشرة على درجات الحرارة العادية : أما الفواكه الناضجة مثل الكمثرى والتفاح فانها تعيش عدة شهور في مثل هذه الظروف .

وفى غالب الأحوال يكون مقدار ثانى أوكسيد الكربون المتولد على هذه الصورة أقل بكثير من ثانى أوكسيد الكربون الذى يخرج منه نفس النبات اذا هو تعرض للهواء . على أن بواذر الفول وغيرها من النباتات تخرج نفس مقدار ثانى أوكسيد الكربون أو أكثر منه اذا هى وضعت فى جو خال من الأوكسيجين كما تفعل وهى نامية نموا طبيعيا فى تربة مكشوفة للهواء .

وأثناء عملية التنفس البنى الجزيئى تختفى المواد الكربوايدراتية والدهون من أنسجة النباتات كما يحدث فى عملية التنفس العادى فى وفرة من الأوكسيجين ولكن تولد ثانى أوكسيد الكربون يصحبه تكون كحول وغيره من المركبات وقد بلغ مقدار الكحول الناتج أثناء التنفس الأناروبى فى الشليك الناضج فى احدى تجارب العالم بريفلد (Brefeld) أكثر من ٢ فى المائة وفى بواذر البازلأ أكثر من ٥ فى المائة من وزنها وهى صابحة .

وفى حين أن النباتات الراقية غير قادرة على الاحتفاظ بحيويتها فى غياب الأوكسيجين السائب أكثر من مدة قصيرة نجد أن كثيرا من صور النباتات الدنيئة مثل نبات اليبسته والبكتيريا مستقلة غير متوقفة الحياة على الأوكسيجين السائب بل تستمر على البقاء والتكاثر بدونه .

الفصل العشرون

النمو

١ — النمو — قد رأينا فى فصل سابق أنه يوجد عند قمة الساق أو الجذر من النبات الأخضر العادى منطقة تكوينية (Formative Region)

وفى غالب الأحوال يكون مقدار ثانى أوكسيد الكربون المتولد على هذه الصورة أقل بكثير من ثانى أوكسيد الكربون الذى يخرج منه نفس النبات اذا هو تعرض للهواء . على أن بواذر الفول وغيرها من النباتات تخرج نفس مقدار ثانى أوكسيد الكربون أو أكثر منه اذا هى وضعت فى جو خال من الأوكسيجين كما تفعل وهى نامية نموا طبيعيا فى تربة مكشوفة للهواء .

وأثناء عملية التنفس البنى الجزيئى تختفى المواد الكربوايدراتية والدهون من أنسجة النباتات كما يحدث فى عملية التنفس العادى فى وفرة من الأوكسيجين ولكن تولد ثانى أوكسيد الكربون يصحبه تكون كحول وغيره من المركبات وقد بلغ مقدار الكحول الناتج أثناء التنفس الأناروبى فى الشليك الناضج فى احدى تجارب العالم بريفلد (Brefeld) أكثر من ٢ فى المائة وفى بواذر البازلأ أكثر من ٥ فى المائة من وزنها وهى صابحة .

وفى حين أن النباتات الراقية غير قادرة على الاحتفاظ بحيويتها فى غياب الأوكسيجين السائب أكثر من مدة قصيرة نجد أن كثيرا من صور النباتات الدنيئة مثل نبات اليبسته والبكتيريا مستقلة غير متوقفة الحياة على الأوكسيجين السائب بل تستمر على البقاء والتكاثر بدونه .

الفصل العشرون

النمو

١ — النمو — قد رأينا فى فصل سابق أنه يوجد عند قمة الساق أو الجذر من النبات الأخضر العادى منطقة تكوينية (Formative Region)

يجرى فيها انقسام دائم في الخلايا المرافقة وصنع لخلايا جديدة . يوجد وراء هذه المنطقة مباشرة جزء طويل أو قصير يسمى " المنطقة النامية " (Growing Region) هنا نرى الخلايا متفخة وقد ازدادت في حجمها بسبب الضغط الذي في باطنها وتغيرت صورة كثير منها في الوقت نفسه . على أن هذه التغيرات الحادثة في الحجم والصورة تبعا لزيادة الانتفاخ لا يقتضى أن تكون ما يسمى " نموًا " وإن كانت ملازمة للنمو في كل حال . ولا تتمدد الخلايا النامية بواسطة الضغط الانتشاري فقط في الفجوات بل انما يصيبها تغير دائم في الحجم أيضا ، وفي الصورة والبناء تبعا لرسوب المواد في جذورها الخلوية وغيرها من الأجزاء الأخرى .

وعند سحب الماء من هذه الخلايا لا تعود الحالة الأصلية التي وجدت عليها عند بدء تكونها في المنطقة التكوينية بمثل هذا العمل . فضلا عن ذلك فيما أن تتمدد خلية ما لا يستمر بغير ازدياد حالة الانتفاخ ، وبما أن هذا يتضمن اضافة ماء الى فجوة الخلية ، فانه لا بد من حدوث ازدياد في وزن الخلية العام وهي آخذة في النمو . على أنه ، نظرا لما يحدث من الفقد في المادة بالتنفس قد يحدث نقص في الوزن الجاف اذا لم يعوض هذا الفقد بعمليات غذائية أنابولية .

وما يقال عن خلية مفردة تامة يقال أيضا عن منطقة النمو كلها في فرع أو جذر ، إذ أن هذا متكون من عدة خلايا متنشطة .

هذا واذا صعب أن نعرف حقيقة معنى أو مدلول لفظ "النمو" في جملة واحدة فانه يمكن أن يؤخذ في الجملة على أنه يدل على تغير دائم في صورة كائن حي ما أو بعض أعضائه ، وعلى أن المنطقة النامية فيه تزداد في وزنها .

ومناطق النمو الحقيقية فى الفراخ المتولدة فى الظلام من درنة بطاطس لا تقتصر على تغيير صورتها ، بل تزداد فى وزنها باستنفاد الماء والمواد المختزنة ؛ على أنه يرى أن وزن الدرنة (التى لا تنمو) وفراخها النامية ينقص بسبب فقد الماء منها فى عملية النتج ، وبواسطة فقد ثانى أو كسيد الكربون فى عملية التنفس .

وأثناء العهود الأولى من حياة نبات ما أى عند خروجه من البزرة ، يحدث النمو فى كل جزء من أجزاء جسمه . على أنه بعد مدة ما ينحصر النمو فى أجزاء موضعية خاصة أى فى نقط النمو ، وفى نسيج الكامبيوم الأسطوانى الذى يسبب فى سوق ذوات الفلقتين من النبات نموا ثانويا فى السمك .

ونقط النمو فى السوق والجذور هى فى العادة طرفية كائنة بالقرب من طرف هذين العضوين . وعليه فأصغر الأجزاء سنا أقربها من الطرف وأكبرها أبعدا من قمة الفرخ أو الجذر . وازدياد طول السوق فى النجيليات مسبب عن تنشيط نقط النمو الكائنة عند قواعد السلاميات ، وفضلا عن ذلك فإن الازدياد فى طول الأوراق الطويلة من نبات البصل وغيره وكثير من الشماريخ الزهرية يحدث عند قاعدة هذه الأجزاء ، وعليه تكون أطرافها أكبرها سنا ، وتسمى نقط النمو التى من هذا القبيل ” بينية ” (Intercalary) . وإذا أخذت خلية أو عضو من نبات فى النمو كانت سرعة نموه فى أولها بطيئة وبعد ذلك تزداد على عجل شيئا فشيئا حتى تبلغ نهاية عظمى ينقص النمو بعدها على التدرج حتى يقف بتاتا عند ما يبلغ الجزء أشده . والوقت الذى يستنفده هذا الارتفاع والانخفاض يسمى ” مدة النمو العظمى ” (Grand Period) . ويلاحظ أيضا أن شدة النمو أو قوته فى ساق ما أو غيرها من الأعضاء تختلف أثناء مدة النمو العظمى المذكورة اختلافا كبيرا ، فإن الجزء النامي فى أحد عهود

تكشف الساق النامية إما أن ينمو أسرع مما ينمو في عهد آخر أو يستمر في نموه مدة أطول. مثال ذلك : أثناء عهد الطفولة من تكشف أغلب السوق تكون قوة النمو ضعيفة ، ولا تتولد إلا سلاميات قصيرة ، فأما بعد ذلك فإن القوة تزداد وتظهر سلاميات أكبر من تلك ، وبعد ذلك ينقص طول السلاميات على التدرج تبعاً لحدوث نقص تدريجي في قوة النمو .

تج ١٣٤ : أقطع فروعاً من الأشجار العادية والشجيرات في الخريف قبل اقبال الورق وقس المسافة الكائنة بين شتى السلاميات على ذلك الجزء الذي نما في ذلك الفصل من كل فرع منها . لاحظ ارتفاع السلاميات وانخفاضها في الطول . ولاحظ أيضاً الحجم النسبي للأوراق عند كل كعب واعمل مقاسات مثيلة لذلك على سوق النباتات العشبية الحولية .

تج ١٣٥ : أعد التجريبتين ١٤ و ١٩ وعلم بالخبر الصيني علامات مسافاتهما $\frac{1}{4}$ من البوصة على الورقتين الثانية والثالثة من بادرة نبات البصل بعد ظهورها مباشرة ثم قس هذه المسافات بعد إذ تكون الورقتان قد استطالتا استطالة كبيرة وقارن نموها بنمو جذور نبات فول . وانظر هل المنطقة الزائدة النمو كائنة بالقرب من طرف الورقة .

تج ١٣٦ : انتخب ساق نبات قمح أو شعير تكون فيه السنبلة قد لاحت خروجها . واقطع بوصة تقريباً تحت الكعب الأول الظاهر وكذا تحت الكعب الثاني من القمة حتى تحصل على سلامية واحدة من الساق وأزل فصل الورقة وجزءاً صغيراً من غمدتها ثم قس طول الساق والجزء الصغير الذي تحت العقدة قياساً دقيقاً . واعمل خمس علامات أوسطاً بالخبر الصيني بين الواحدة والأخرى $\frac{1}{4}$ بوصة عند الطرف الأعلى من الساق . ثم ضع الطرف الأدنى من الساق في الماء وغط الجميع إذا استنضجت بقعة زجاجية واتركه في غرفة دافئة أبداً أربع وعشرين ساعة أو ضع الساق في اسطوانة زجاجية في قاعها قليل من الماء أبداً مثل هذه المدة . ثم قس الطول الكلي مرة ثانية . واذكر مقدار ما استطالته الساق ، وهل كان النمو بالقرب من طرفها الأعلى المعلم بالقرب من القاعدة ، وهل الجزء الصغير الواقع تحت الكعب قد نما ؟

تج ١٣٧ : قس طول السلاميات على بعض فراخ من أي أشجار أو شجيرات أو نباتات عشبية مستوفاة النمو في أوائل الصيف أيام تأخذ في النمو وفي فترات تتراوح بين يومين وثلاثة لمدة ما بعد ذلك . وعين الوقت الذي تستمر فيه السلامة في الاستطالة .

٨ — الظروف التى تؤثر فى النمو — لا تنمو إلا النباتات الحية ، ولا بد لحدوث ذلك من أن تكون خلايا الأجزاء النامية فى عهد الشباب . وهناك ظروف شتى خارجية ضرورية لسلامة النمو منها :

- (١) درجة حرارة مناسبة .
- (٢) مدد موافق من الماء .
- (٣) غذاء أو مواد غذائية موافقة .
- (٤) وجود غاز الأوكسيجين .
- (٥) الضوء . لهذا تأثير نافع وإن كان غير ضرورى ضرورة جوهرية .

(١) الحرارة — لا يخفى أن النمو فى الشتاء عند ما تكون درجة حرارة الهواء والتربة منخفضة لا يحدث إلا بطيئا وقد يقف بتاتا . ولكن إذا ارتفعت درجة الحرارة فى الربيع نبتت البزور وأخذت البراعم فى التكشف فإذا جاءت حرارة الصيف ازداد النمو تنشطا . وإذا عرض نبات ما الى حرارة تتناقص درجاتها تدريجيا بلغ فى النهاية الى درجة يقف عندها النمو بتاتا .

وتسمى هذه الدرجة "بدرجة حرارة النمو الصغرى" . وليست هذه الدرجة واحدة لكل النباتات فإن بزور كثير من الحشائش الشائعة والحدرد وحب الرشاد والجرجير تنبت وتترعرع منها نباتاتها بالقرب من درجة التجمد فى حين أن بزور الغلال تقف عن النمو إذا هبطت درجة الحرارة الى ٥ سسنتيجراد فوق الصفر تقريبا ومن الجهة الأخرى فإن بزور الذرة ونباتاتها تقف عن النمو على درجة ١٠ م تقريبا فى حين أن درجة الحرارة الصغرى لنمو الخيار والبطيخ

وغيرها من نباتات المنطقة الحارة تبلغ من الارتفاع درجة ١٩ أو عشرين مئيتية . و برفع درجة الحرارة من حدّها الأدنى يوصل الى نقطة يسير فيها النمو على أقصى سرعة تسمى "درجة الحرارة المثلى" (Optimum) و بزيادة درجة الحرارة بعد ذلك يصبح النمو أقل فأقل حتى يبلغ الى حد أعلى يقف عنده النمو نباتا فيرى أن النباتات قد تكون أحرّ أو أبرد مما يجب لنموها وبين هذين الطرفين خط أمثل أو درجة حرارة أنسب لها ، عندها تتقدّم النباتات تقدّما ليس وراءه مطلب .

والدرجة المثلى لأشيع أنواع نباتات الحقول والبساتين هي ٢٨ مئيتية تقريبا . أما الدرجة العليا فتقع عادة بين ٣٨ و ٤٣ مئيتية والدرجة المثلى للذرة والبقول والخيار هي ٣٣ أو ٣٤ مئيتية تقريبا والعليا ٤٦ تقريبا .

ويلاحظ أنه ان كانت النباتات العادية تقف عن النمو على درجات الحرارة السابق ذكرها فان موت البروتوبلازم لا يحدث عادة حتى تبلغ درجة الحرارة ٥٦ مئيتية أو تتخط الى درجة التجمد أو الى ماتحتها بوضع درجات وتتوقف قوّة مقاومة الحرارة والبرودة في الأكثر على مقدار الماء الذي يشتمل عليه النبات . فالفراخ والبراعم التامة النضج التي تشتمل على قليل من الماء لا تتأذى بتأثير الصقيع في الشتاء أكثر مما تتأذى الفراخ العصرية غير البالغة التي تشتمل على كثير من الماء . والبوادر المتفخخة ، والبراعم التي تفتحت وشيكا ، والأوراق المنتشرة حديثا ، والنباتات المروية عند الغروب والجذور الشحمة وكل الأجزاء المشتملة على مقادير كبيرة من الماء ، تتأذى في العادة بتعرضها الى صقيع قارس . والعادة في النبات أنه اذا عرض الى درجة حرارة بين ٢ و ٥ مئيتية يسمح السيئوبلازم فيها لمقدار من الماء النقي الموجود في الفجوة بالرشح من الخلية الى الخلال الخلوية المحيطة بها حيث يتجمد على صورة بلورات

ثلجية صغيرة الحجم . وقد يشابه الموت فى هذه الحالة ما يحدث من الموت بالجفاف . والنباتات وان كانت تقبل أحيانا فى عملية التجمد المائى ، فان هذا التكون الثلجى ليس فى كل الأحوال مميتا إذ أنه فى كثير من الأحوال اذا كان الجزء المتجمد يذوب ببطء ، تعود الخلايا فتمتص الماء وتعود الأنسجة سيرتها الأولى الطبيعية . فأما اذا ذوب الجزء المتجمد حثيثا فان الماء لا يعود الى الخلايا وعليه فلا بد من حدوث الموت .

ولا ينبغى تعريض النباتات المتجمدة المزروعة فى أصص الى أشعة الشمس المباشرة . ويفيد فى إعادة التنشط اليها أن ترش بماء بارد برودة الثلج فاذا استمر الصقيع مدة طويلة فان الماء المتجمد على ظاهر الخلايا قد يتبخر على التدرج فى الهواء الجاف البارد الذى يحيط بها . وفى هذه الأحوال يتكش الجزء المتجمد ويموت من العطش .

والزور الساكنة تشتمل على قليل من الماء وهى قادرة على تحمل أقل درجة ممكن الوصول اليها من الحرارة دون أن يصيبها أذى ، وقد وجد العالمان "ديوار" (Dewar) و"دايار" (Dyer) أن بزور الخردل والقمح والشعير والبالزلاء وغيرها من النباتات قد أنبتت بسهولة بعد أن نقعت ست ساعات فى أيدروحين سائل كانت حرارته ٤٥٣ فرنهيت تحت الصفر أو ٢٧٠ مئينة تقريبا تحت الصفر . وفى النباتات المنشطة النمو يعطب البروتوبلازم وتتلف قوته الحيوية على درجة حرارة بين ٤٥ و ٥٠ مئينة .

وكثير من الزور الجافة تتحمل الحرارة الجافة على درجة ٨٠ مئينة أو أكثر منها مدة ساعة أو أكثر ، على أنها اذا نقعت ثم عرضت لحرارة درجتها بين ٥١ و ٥٢ مانت فى مدة بين ١٠ دقائق و ٣٠

(٢) الماء — الماء ضرورى لبقاء حالة انتفاخ الخلايا النامية وهو ذاته من المواد الغذائية كما أنه ضرورى لحمل الأغذية والمواد الغذائية التى تحتاج إليها لتغذية الأعضاء النامية .

وإذا تأذت النباتات فى أول عهدها من قلة الماء نقص حجمها نقصا كبيرا (وان ظهر نموها من وجوه أخرى عاديا) وذلك أن أفرادها تصبح قصيرة الطول .

وفى الأراضى الدائمة الجفاف والفصول الجافة ينقص حجم محصول البرسيم وحجم جذور اللفت وطول قصب الغلال وحجم شتى أعضاء النباتات نقصا نسبيا . أما فى الفصول الرطبة أو فى الأراضى التى تشتمل على مقدار كبير من الماء فإن نمو النباتات يزداد ازديادا كبيرا . ونمو النباتات النامية فى أصص وكذا ازديادها فى الحجم يكثر أو يقل بتغير مقدار الماء الذى يعطى لها أثناء حدوث النمو ، وقد يؤدى نقص الماء بفاة من النبات الى وقوف النمو عاجلا وقوفا يتبعه ذبول النبات كله .

(٣) الغذاء — الغذاء جوهرى لتكوين البروتوپلازم والجدر الخلوية من الأجزاء النامية .

(٤) الأوكسجين — ضرورى لعملية التنفس وبدونه تقف الوظائف الحيوية جميعها .

(٥) الضوء — أعضاء النباتات التى تنمو فى الضوء الضعيف أشد منها فى الضوء الشديد أى أن الضوء يعوق النمو .

وإذا استبقيت النباتات فى الظلام مدة كبيرة فإنها تتنوع ويقال لها فى هذه الحالة محوارة أى مبيضة (Etiolated) وسلاميات السوق ذوات الفلقتين

فى النماذج المبيضة تكون مستطيلة استطالة شاذة وأضال من أمثالها المنماة فى ظروف النهار والليل العادية وترى خلاياها أكبر من المعتاد وتبقى جذرها الخلوية رقيقة فتصبح سوقها تبعا لذلك ضعيفة وغير قادرة على أن تقيم عودها وفضلا عن ذلك فإن النبات يشتمل فى هذه الحالة على ماء أكثر مما يناسب حجمه والعادة أن تكون العصارة الخلوية أشد حموضة منها فى النباتات النامية نموا عاديا .

وأوراق ذوات الفلقتين المبيضة لا تتكشف بل تبقى صغيرة أشبه بحراشيف على أن الخضير لا يتكشف فى البلاستيدات فإن النبات كله يبدو باهت اللون وبعض السوق كالسوسن والبصل وكذا السويق الجنيذية السفلى لكثير من النباتات مثل الفول ، مما ينمو عادة فى الظلام ، لا تبدو منه ظاهرة الابيضاض المذكورة . هذا ولا تصبح أوراق السوسن ولا غيره من النباتات الريزومية والبصلية من ذوات الفلقة الواحدة قصيرة إذا زرعت فى الظلام .

وتكشف أزهار النباتات يستمر فى الظلام كما يكون فى الضوء .

تج ١٣٨ : ازرع مقدارين من بزور البازلاء والفول والخردل والشعير فى اصص ودعها تنبت . فاذا ظهرت البوادير على سطح التربة فضع أحد المقدارين فى مكان مضيء بشرط أن لا يتعرض لشعاع الشمس المباشر وضع المقدار الآخر بالقرب منها مغطى بصناديق تمنع دخول النور اليه .

(١) وقس من آن الى آن أقطار السوق وطول سلاميات النباتات النامية فى الضوء وقارنها بمثله من النباتات النامية فى الظلام .

(٢) قس أطوال الأوراق وعرضها فى كل من المقدارين وقارن بينهما .

(٣) لاحظ ما هنالك من الاختلافات فى لون المقدارين وصلابة قوامهما .

تج ١٣٩ : اعمل ملاحظات مثيلة للسابقة على الفراخ النامية فى الضوء والظلام من درنات البطاطس والخرشوف وما يبدر من جذور الدهل وأوراق البصل .

٣ - حركات النمو الطوعية - توتر النسيج (Tissue Tension) . النودان (Nutation) .

يندر أن يستمر النمو مطردا في كل أجزاء الفرخ والجذر أو غيرهما من أعضاء النبات . بل أن من أجزائه ما ينمو أكثر من غيره أو يستمر في النمو مدة أطول مما تستغرق الأجزاء المجاورة لها . وعليه فإن أعضاء النباتات (١) تبدى حركات خاصة طوعية بطيئة (٢) تصبح أنسجتها معرضة لأنواع الضغط والتوتر في اتجاهات شتى .

وفي السوق والجذور ينمو أحد الجانبين أسرع من الآخر فيترتب على ذلك بأن يكون الجانب الذي أسرع في نموه أطول قليلا من الجانب الآخر وعليه يصبح الجزء النامي الذي يكون طرف الساق أو الجذر مثنيا أو منحنيا . وليست سرعة النمو وزيادته مقصورة على جانب واحد دون آخر بل إنما تتغيران من آن إلى آن ولذلك ينبغي العضو النامي في جهات متعددة فيدور طرفه على مهل ملتفا على شكل لولبي في نموه إلى أعلى أو إلى أسفل . والحركات التي من هذا النوع تكون طوعية تلقائية وهي تنشأ من العضو النامي نفسه وتحدث سواء كان النبات في الضوء أو في الظلام كما هو حالها في مدة النمو العظمى .

ويطلق على هذه الحركات الانحنائية البطيئة لفظ "النودان" (Nutation) .

وأطراف أكثر السوق والجذور تدور من اليمين إلى اليسار في جهة تخالف جهة عقارب الساعة ولكن قمة ساق الشبرفاند (Lonicera) وغيرها من النباتات تتحرك دائرة من اليسار إلى اليمين أثناء نودانها .

بهذه الحركات تستطيع الجذور أن تتقدم فى التربة تقدما سهلا عليها وتستطيع السوق المتسلقة والمحاليق التى يكون نودانها ظاهرا بينا بهذه الوسائل أيضا أن تصل الى ما يجاورها من الدعم فتلتف عليها .

وأطراف كثير من الفراخ الأرضية من كثير من ذوات الفلقتين تتحنى بسبب فرط نمو جانب منها وبهذه الطريقة تحتوى الأنسجة الرقيقة التى تتكون منها البراعم الطرفية من الأذى اذا كان الفرخ ناميا الى الأمام أو الى أعلى فى خلال التربة . وبعد مثل هذا الانحناء يخرج الفرخ من الأرض ويحدث فى جانبه المتقعر نمو سريع ثم يصبح الجزء المنحنى مستقيما توا .

وتكون الأوراق المكونة لبراعم النباتات فى حداثتها ملتفة حول نقطة النمو النضبة أو معقوفة الى أعلى بطريقة خاصة تبعا لزيادة النمو فى جانب واحد من كل ورقة دون الآخر . فاذا تفتحت البراعم نما الجانب الذى كان نموه بطيئا ، بسرعة أكبر فتتفتح الورقة التى كانت معقوفة وينتهى بها الحال الى التبسط ويستمر نخاع أغلب السوق وقشرتها على النمو مدة أكبر مما يستغرقها النسيج الحشبي . وذلك أنهما يحاولان الاستطالة فيعوقهما النسيج الحشبي الى أجل ما . فينتج من عدم التساوى فى النمو توترات طويلة فى الأجزاء النامية فاذا شققت فى سوق الصفصاف وعباد الشمس وغيرها من النباتات التى تنمو بسرعة شقا طويلا استطال النخاع قليلا وانحنى النصفان المفصولان للخارج .

ولا ينمو قلف كثير من الأشجار بسرعة كما ينمو الخشب الموجود فى الداخل وعليه يتوتر القلف قليلا أو كثيرا .

ولا بد من ذكر أن حركات أعضاء النباتات والتوترات فى أنسجتها قد تحدث من عدم التساوى فى انتفاخ الخلايا المشيدة منها كما تحدث من نمو غير منتظم ، كلا السببين فى كثير من الأحوال له أثر فى حركات النبات .

تج ١٤٠ : (١) الخص في يوم دافىء لم تقم فيه ريج بعض نباتات صغيرة من الكوتفولقيولس وغيرها من النباتات الملائمة النامية حول أعمدة أو خيوط قائمة . وارسم خطا على الأرض من قاعدة العمود في الجهة التي يرى عليها طرف الساق في ذلك الوقت . والخص النباتات كل نصف ساعة . وعلم علامة في الجهة التي ينحني فيها الطرف في تلك الفترات وحاول أن تعرف الزمن الذي يأخذه الطرف لعمل دورة كاملة حول العمود معتبرا إياه مركزا .

(٢) اعمل ملاحظات مثل تلك عن نودان طرف سوق الفول المدادة (Runner Bean) تكون قد زرعتها في أصص ووضعت لها أعوادا مفروسة في التربة . ويجب أن توضع النباتات خارج الغرفة بحيث لا تتعرض لضوء الشمس المباشر .

تج ١٤١ : ضع بعض بزور من الفول الرومي ونقيرها الى أدنى في نشارة خشب مبللة واتركها تنبت فإذا أصبح طول جذورها بوصة فارفعها وتخير واحدة يكون جذرها أكثر استقامة من سواء وثبتة بدبوس يمر في أضيق أقطار الفلقتين في عصي رفيعة أو قطعة من الخشب رقيقة . وضع العصي أو القطعة في ثقب في لوحة من الفل أو الورق المقوى ثم ضع الورقة المقواة والبقولة فوقها على فم قنبلة واسعة الفوهة مشتملة على مقدار قليل من الماء وهي هذا وذلك حتى يكون الجذر رأسيا داخل الزجاج .

اترك الجميع في خزانة مظلمة أو غطه بصندوق يمنع النور والخص حال الجذر بعد ١٢ ساعة و ٢٤ و ٣٦ وأنظر هل يبقى رأسيا أم يميل ؟

هل يميل في مستوى الفلقتين أكثر من مثله على زاوية قائمة مع هذا المستوى .

تج ١٤٢ : انقطع قضبا طولها بوصتان من سوق تامة النمو من نبات عباد الشمس وغيره . قسمها ثم شقها على استطالها بحيث يشمل بعضها على النخاع فقط والبعض الآخر على الأنسجة القشرية فقط . قس كل شقة وقارن بين أطوالها وبين الطول الأصلي للقطعة جميعها ولاحظ أيضا صورة القطع المتفرقة .

تج ١٤٣ : أزل في أبريل أو مايو وفي غيرهما من الوقت حلقة كاملة من القلف طولها بوصة من فروع عمرها ثلاث سنوات أو أربع من شجرة لبخ وجيز وشمش . ثم حاول أن تعيد القلف الى مكانه الأصلي . وأنظر هل يقع في المكان بالدقة ؟

٤ — حركات النمو السببية (Induced movements of growth) —

يوجد فضلا عن الحركات الحيوية التى سبق شرحها ، تلك التى تنشأ عن أسباب داخلية موروثية تعمل داخل أعضاء النبات ذاتها ، حركات أخرى تلاحظ فى كثير من أعضاء النباتات ، يحدثها مثير أى منه خارجى . فان بروتوبلازم النباتات الحية قابل للتهيج بل هو حساس كبروتوبلازم الحيوانات سوى أن ذلك انما يكون بطريقة مخالفة لذلك نوعا . وهو قادر على الرد على فعل المؤثرات الخارجية المختلفة وأهم الأسباب الباعثة التى تحدث حركات فى مختلف أعضاء النباتات هى : (١) ملامسة جسم غريب ، (٢) التغيرات فى درجة الحرارة ، والتغير الدورى لليل والنهار ، (٣) الاضاءة الجانبية ، (٤) قوة الثقل ، (٥) اختلافات مقدار الرطوبة فى التربة المحيطة والجو .

(١) الحركات المسببة عن ملامسة جسم غريب .

أحسن أمثلة الحركات التى من هذا القبيل تصادف فى محاليق النباتات وجذورها فان محاليق البازلاء والكروم والشرك فلك (Passion flower) وغيرها تتأثر بلامسة خفيفة . اذا لامس حلق أثناء نودانه جسما غريبا كساق نبات مجاور أو عسلوج منه فانه يأخذ فى الانحناء نحو الجسم المهيج . فاذا لم يكن هذا الجسم سميكاً جداً وكان الاتصال به مستطيلاً أصبح الحلق أكثر انتفاخاً من جهة الجانب الذى لم يهيج وكذلك ينمو بسرعة فى هذا الجانب بحيث تلتف المحاليق حول الجسم الثقافاً تاماً .

ويختلف الجزء الحساس الخاص من المحاليق باختلاف النباتات . فقد يكون جزء عظيم حول الطرف قابلاً للتهيج ، بينما تكون المنطقة الحساسة أحيانا مقصورة على جزء قصير المدى على جانب واحد فقط .

وليس الانحناء في الحالق مقصورا على الجزء الذى هيج بالفعل ، بل العادة أن ينقل أثر التنبيه الى الوراء على استطالة الحالق ويحدث في الأجزاء التى لم تمس . ويصادف مثل هذا الرد الناشئ من ملاسة جزء غريب مجاور ، في الأعناق الحساسة من بعض الأنواع المتسلقة من التروبيسولوم (Tropaeolum) والسولانوم (Solanum) ويلاحظ مثل ذلك أيضا (وان كان بدرجة أقل) في كثير من السوق الالفة والمتسلقة .

وهناك أجزاء صغيرة بالقرب من أطراف الجذور تحس بالملاسة الجانبية المستطيلة ، فاذا صادفت مثل هذه الأجزاء أحجارا أو غيرها من المواد الصلبة وهى تخترق التربة مالت عن هذه الأجسام المهيجة واستمرت أطراف الجذور فى نموها فى اتجاه آخر . ومن جهة أخرى فإن أجزاء الجذور النامية التى تكبر سنا عن تلك اذا نهبت بالملاسة مالت نحو الأجسام المهيجة ونمت حولها وهذه الحركات الناشئة عن الملاسة والحركات النودانية السابق ذكرها إنما هى لتمكن الجذور من تخطى العقبات المعترضة طريقها .

مج ١٤٤ : (١) لاحظ صورة المحاليق السائبة من البازلاء ، والكرم والبلسان (Momordica) . وقارن هذه المحاليق بما يكون منها على حواملها .

(٢) هي المحاليق السائبة التى التفت على نفسها ثلاث مرات بحيث تلمس أطرافها عالياً صغيرة أو غيرها من الحوامل المشابهة والخصصا فى فترات أبداها بضع ساعات ولاحظ مقدار التفاف الحالق حول حامله .

(٣) هيج الجانب المقعر من الطرف الخنى من حالق نبات الخيار والبطيخ وما شاكله مدة دقيقة بواسطة حكمة بقطعة خشب ماساء ثم لاحظ ما يطرأ عليها بعد ذلك مدة دقيقتين أو ثلاث وأنظر هل يزداد تقوسها ؟

مج ١٤٥ : الحفص طريقة تسلق نبات الموموردیکا بلسمين .

(٢) حركات الرد على اختلافات درجة الحرارة وتغير الليل والنهار .

كثير من الأزهار تفتح في يوم دافئ أو إذا هي أدخلت في غرفة دافئة ، وتغمض إذا وضعت في مكان بارد وتستمر حركات التفتح والغمض مستقلة عن الضوء ، وتحدث بواسطة التغير في مقدار انتفاخ الخلايا المكونة للجناحين الأعلى والأدنى من البتلات . فان اختلاف درجة الحرارة يهيج البروتوبلازم بحيث ان مقادير الماء المختلفة يؤذن لها أن تمر خلالها إلى بخوات الخلايا ومنها ، فتتغير حالة انتفاخ الخلايا تبعاً لذلك . وازهار الاناجاليس وغيره من النباتات تغمض في النهار إذا كان الطقس معتماً والهواء رطباً . وذلك انما يكون لحماية الأسدية وغيرها من الأجزاء التوالدية من أذى المطر أو غيره من الأسباب وبتفتيحها في أيام الدفء يجد النبات فرصة مناسبة للتلقيح الخلط . إذ لا يكثر زوارها من الحشرات إلا في مثل هذه الأحيان .

ووريقات الورقة المركبة من البرسيم وغيره من النباتات البقلية وكذا وريقات الحميض وغيره تطوى نفسها بعضها على بعض في الليل أو تغير مراكزها بطريقة خاصة وتعود في الصباح سيرتها الأولى . وتسمى الحركات التي من هذا القبيل ” بالحركات النعاسية “ (Nyctitropic or Sleeping movements) وانما يحدثها النبات رداً على التنبيه الحادث من اختلاف درجة الحرارة وتغير الاضاءة الحاصلة أثناء تغير الوقت من الليل إلى النهار .

والغالب أن تنبج حواف الورق والوريقات في الليل إلى أعلى أو تنكس الورقة بأجمعها أو تطوى بحيث ان السطح الورقي المعرض للسماء ينقص نقصاً كبيراً فيقل بذلك فقد الحرارة الناشئ عن التشعع . وعلى ذلك فالأوراق بتشككها على هذه الصورة في الليل تحمي من أذى البرد حماية عظيمة .

وفي النهار غط نبات برسيم بسلطانية أو حوض أو بناقوس وقارن بعد ساعتين بين وضع وريقات هذا الليل المفتعل ووضع الوريقات في النبات المجاور الذي بقى معرضا للضوء .

تج ١٤٧ : اقتطف بعض رؤوس متفتحة تمام الفتح من نبات المونتوكا (Montauca) والعضيض وضع شماريخها في الماء . ثم انقلها الى خزانة معتمة ولاحظ أن هذه الرؤوس تفيض بعد ساعة أو ساعتين من بقائها في الظلام . ثم انقلها الى مكان مضيء . ولاحظ هل تعود تفتتح ؟

(٣) الحركات المسببة بالاضاءة الجانبية — التأود الضوئي (Heliotropism) .

إذا سمح لنبات بالنمو غير معترض في نافذة غرفة عادية كان جانب من ساقها منارا أكثر بكثير من الجانب الآخر ، وتبعاً لهذه الاضاءة ينحني الجزء النامي على مهل صوب الضوء بحيث ان طرف الساق وبعضها من الساق وراء الصوف المذكور يتجه في النهاية صوب الجهة التي يأتي منها الضوء . ويحدث مثل ذلك الانحناء في سوق النباتات النامية بجوار الحيطان ، وفي غيرها من الأماكن حيث يصل اليها النور من جانب أكثر من الجانب الآخر وهذا الانحناء ناشئ عن اختلاف في سرعة النمو ومقداره على جانبي الساق مثل غيره من أحوال انحناء الأعضاء النامية . وهو ، كحركات الأوراق والجذور التي سيمر بك الكلام عنها ، إنما يحدث مطاوعة لتنبيه الضوء الساقط على الساق من جانب واحد . ويوجد بالقرب من الطرف جزء صغير يمتاز بحساسه بالاضاءة الجانبية ، والظاهر أن التنبيه الذي يصيبه ينتقل متقهقرا الى الجزء الذي ينحني بالطريقة الخاصة السابق وصفها .

وإذا قطع طرف ساق بادرة تبدو عليها هذه الحركات أو غطي غطاء محكما بحيث لا يتطرق النور اليه مطلقا فإن ذلك الانحناء الخاص لا يحدث بته . وإذا حدث هذا التنبيه الضوئي الجانبي للجذور سبب حركة عكس التي تلاحظ

فى الجزء النامى من الساق . فالجزء النامى من جذر ما يميل منحنيا عن الضوء المنبه ، ويميل الطرف وجزء صغير بالقرب منه ، وإن وقعا على خط الضوء الساقط ، (Incident Light) بعيدا منه وتسمى الحركات الحادثة ردًا لتنبيه الضوء الجانبي ، تلك الحركات التى تميل فيها أعضاء النبات صوب الضوء كالسوق ، هليوتروپزم أو بالتأود الضوئى (Heliotropism) أو التأود الضوئى الموجب . أما نقط التأود الضوئى المتبعد (Apheliotropism) أو التأود الضوئى السالب فيطلق على الحركات التى يميل فيها العضو المنبه بعيدا عن الضوء كالجذور .

أما فائدة هذه الحركات فواضحة ، وذلك أن سوق النباتات تستطيع بها أن تصل الى الضوء فتجعل الأوراق التى تحملها فى أليق موضع لقيامها بوظيفة "تثبيت الكربون" . وبه تستعين الجذور على التماس طريقها وتحلل شقوق الأرض المظلمة .

والظاهر أن أوراق البصل وتلك الأوراق السيفية الشكل العريضة من بعض ذوات الفلقة المفردة هيليو تروبية (تتأود بالضوء) مثل السوق ولكن غالب الأوراق الخضرية العادية من النباتات تسلك مسلكا يخالف الجذور والسوق فانها تدور أو تلتف أعناقها حتى تجعل السطح الأعلى من وصولها على زاوية قائمة مع الاتجاه الذى يقع به النور عليها . وتسمى أعضاء النبات التى تأخذ هذا الموضع بالنسبة للضوء الواقع "ضوئية التأود عرضيا" (Diaheliotropic) ومن السوق قليل مثل سوق نبات جبل المساكين (Ivy) يكون متأودا ضوئيا عرضيا فتتمو على الحائط ملتصقة به ولا تحتاج الى معالجة خاصة لبقائها على تلك الصورة . على أن السوق الهليوتروبية

العادية من أشجار الفواكه النامية في مواقع مشابهة لتلك تتحنى مبتعدة عن الحائط فإذا أريد منع هذا الانحناء وجب أن يحافظ على النقط النامية حتى تبلغ أشدها وتصلب وقد دلت التجارب على أن أشعة الضوء الزرقاء والبنفسجية هي الأشعة الفعالة في إحداث حركات التأود الضوئي . أما الأشعة الحمراء والصفراء فلا يرد عليها .

تج ١٤٨ : أزرع بعض بزور من الخردل في أصيص صغيرين من أصص الأزهار ، عرض كل منهما ثلاث بوصات فإذا بلغ طول البوادر بوصة تقريبا فضع أحد الأصيص في صندوق شديد الظلمة وغط الآخر بصندوق مسود في باطنه بدخان البترول ومثقوب في جانب من جوانبه ثقبا يكون في مستوى رؤوس البوادر تقريبا واترك البوادر بعد ذلك يوما أو يومين ثم قارن جهات نمو سوقها في كلا الأصيص .

تج ١٤٩ : استئببت بعضا من بزور الخردل في نشارة خشب رطبة فإذا بلغت جذورها الابتدائية بوصة أو بوصة ونصفا فخذ بادرة منها أو اثنتين وأنزل جذورها من ثقب في ورقة مقواة ثم سد الثقب بعد ذلك بشئ من القطن لمنع البادرتين من الانزلاق ثم ضع الورقة المذكورة فوق كوبه ملئت بماء البئر بحيث تغمر الجذور في الماء رأسيا .

وضع الجميع في صندوق معتم به ثقب في جانبه كالموصوف في التجربة السابقة ودع البادرتين تتومان يوما أو يومين ثم انظر هل الساق والجذر رأسيان كما كانا عندما وضعا في الصندوق أم لا ؟

تج ١٥٠ : الخصى أنواع الخبيزة افرنكي (Geranium) وغيرها من النباتات التي تنمو في النوافذ ولاحظ كيف أن هذه النباتات تميل صوب الضوء .

ولاحظ أن الأوراق تجعل سطوحها العليا صوب الضوء . لاحظ أوراق فراخ جبل المساكين وغيرها من النباتات التي تنمو ملاصقة للجدران ، تجد أن العليا صوب الضوء وانظر هل تنمو الأوراق جميعها على جانب واحد من سوق نباتاتها هذه ؟ هل انحنى الأعناق صوب جهة ما ؟

(٤) الحركات المحذثة ردًا لقوة الجاذبية - التأود الأرضي أو جيوتروپزم (Geotropism) .

مامن جسم على الأرض إلا وهو كأنه مجذوب صوب مركز الأرض بقوة تسمى "قوة الجاذبية". لهذه القوة تأثير منه في شتى أعضاء النباتات الحية. وأغلب السوق الابتدائية تنمو رأسية الى أعلى ضد هذه القوة مبتعدة عن الأرض فاذا وضعت أفقية انحنت مناطق النمو بالقرب من أطراف السوق الى أعلى على مهل حتى تعود رأسية كما كانت. أما الجذور فتتنمو الى أسفل مع القوة صوب مركز الأرض. فاذا وضعت جذور البوادر أفقية انحنت أجزاؤها النامية على عجل على شكل زاوية قائمة وأخذت شكلا رأسيا بحيث تكون أطرافها متجهة الى أسفل.

وتسمى الجذور "جيوتروبية" (Geotropic) أى متأودة للأرض أو متأودة أرضية موجبة في حين أن السوق التى تنمو بعيدة عن الأرض تسمى "المتأودة الأرضية المبتعدة" أو "أبوجيوتروبية" (Apogeotropic) والمتأودة الأرضية السالبة.

وريزومات البطاطس وغيره من النباتات فى العادة متأودة أرضية عرضية (Diageotropic) فهى تنمو أفقية وإذا وضعت رأسية أخذت فى الانحاء ببطء الى جانب حتى تكون مناطق النمو والأطراف موازية لسطح الأرض.

وتستمر هذه الحركات فى الظلام. وهى نتيجة تنبيه الجاذبية المؤثرة فى الأطراف الحساسة من السوق والجذور لا فى الأجزاء النامية التى تصبح منحنية.

ويظهر أن الفروع الثانوية الجانبية من الجذور أقل احساسا بفعل جاذبية الأرض من الأعضاء الابتدائية فان الجذور الثانوية تنمو الى أسفل مائلة فى التربة لا رأسية.

وشماريخ غالب الأزهار في العادة متأودة أرضية مبتعدة أى أبوجيوتروبية ولكن احساس التأود الأرضى في بعض الأحيان يتغير اذا تفتحت الزهرة . وكثير من صنوف الدفوديل (Daffodil) تصبح تأودية ضوئية عرضية اذا تفتحت الزهرة فتأخذ فوهة التويج موضعا متراوح الأفقية . وتتحنى سوق القمح والشعير في العادة الى أعلى عند الكعوب عند ما تتحنى الى جانب بسبب الريح أو المطر وقد تستقيم السلاميات والسنابل بعد أن ترقد النباتات اذا لم يحدث هذا الرقاد متأخرا .

والحركة المتأودة الأرضية المبتعدة في سوق الغلال مسببة عن تنبيه الجاذبية الذى يحدد النمو في الأنسجة المكونة لقواعد الورقة المنتفخة الملاصقة للكعوب .

تج ١٥١ : أعد (تج ٩) ولاحظ المسلك الجيوتروبي الذى تسلكه جذور الفول المستعمل وسوقه .

تج ١٥٢ : ازرع فولة مدادة في أص مملوء من ثرى البساتين واستبقها في مكان مظلم . فاذا بلغت ساق البادرة بوصتين أو ثلاثا فأرقد الأص على جنبه حتى تكون ساق البادرة أفقية ودعها تنمو في الظلام كما كانت . واخصها بعد بضع ساعات ولاحظ منحني الساق واذكر أى أجزائها قد انحنى أكثر من غيره .

تج ١٥٣ : اقطع قطعة مستقيمة من ساق صغيرة السن من نبات الشعير أو القمح وليكن في هذه القطعة كعب حوالى منتصفها وأنزل الطرف الأسفل المقطوع من ثقب في سدادة فل يسهلها فم زجاجة مفرطحة . واملأ الزجاجة بالماء وأنزل السدادة والقشة فيها من فم الزجاجة المذكورة وضع الزجاجة على جانبها بحيث تكون قطعة الساق أفقية ودعها في خزانة معتمة طول الليل واخصها في الصباح . وانظر هل القشة أفقية ؟

(٥) الحركات المسببة من اختلاف رطوبة التربة . التأود الرطوبى هيدروتروبيزم (Hydrotropism) — أطراف الجذور حساسة بما يحدث

من التغيرات فى مقدار رطوبة التربة . فانها وهى نامية فى الأرض تميل نحواً أكثر الأجزاء رطوبة وعليه فان جذور النباتات تضرب فى الأرض حتى تصل الى الآبار ومجارى المياه وأنايب الصرف الى مسافة بعيدة عن المكان الذى قامت عليه السوق بعدا كبيرا .

الفصل الحادى والعشرون

التوالد . REPRODUCTION.

١ — ان العمليات الفيسيولوجية التى سبق بحثها انما تعنى ببقاء حياة النبات ولابد الآن من بحث عملية التوالد ، أى قوة اخراج أفراد جديدة منفصلة ، التى هى احدى الخواص العظمى التى للكائنات الحية .

هناك نوعان من التوالد فى النباتات الزهرية وهما (١) التوالد الخضرى (Vegetative Reproduction) و (٢) التوالد التزاوجى (Sexual Reproduction).

التوالد الخضرى

ان الأساس فى التوالد الخضرى انفصال أجزاء الآلات الخضرية من النبات انفصالا طبيعيا أو صناعيا فينمو كل جزء منفصل حتى يكون نباتا جديدا تاما . ويرى هذا الكائن الخضرى الطبيعى فى نبات البطاطس وذلك أن ريزومات أرضية نحيلة تنمو من النبات الأصيل وتغلظ وتكون درنات عند

من التغيرات فى مقدار رطوبة التربة . فانها وهى نامية فى الأرض تميل نحواً أكثر الأجزاء رطوبة وعليه فان جذور النباتات تضرب فى الأرض حتى تصل الى الآبار ومجارى المياه وأنابيب الصرف الى مسافة بعيدة عن المكان الذى قامت عليه السوق بعدا كبيرا .

الفصل الحادى والعشرون

التوالد . REPRODUCTION.

١ — ان العمليات الفيسيولوجية التى سبق بحثها انما تعنى ببقاء حياة النبات ولا بد الآن من بحث عملية التوالد ، أى قوة اخراج أفراد جديدة منفصلة ، التى هى احدى الخواص العظمى التى للكائنات الحية .

هناك نوعان من التوالد فى النباتات الزهرية وهما (١) التوالد الخضرى (Vegetative Reproduction) و (٢) التوالد التزاوجى (Sexual Reproduction).

التوالد الخضرى

ان الأساس فى التوالد الخضرى انفصال أجزاء الآلات الخضرية من النبات انفصالا طبيعيا أو صناعيا فينمو كل جزء منفصل حتى يكون نباتا جديدا تاما . ويرى هذا الكائن الخضرى الطبيعى فى نبات البطاطس وذلك أن ريزومات أرضية نحيلة تنمو من النبات الأصيل وتغلظ وتكون درنات عند

أطرافها وفي آخر الصيف يبيد النبات الاصلى تاركاً وراءه الدرنات وحدها وهذه تنمو فى الفصل التالى حتى تكوّن نباتات جديدة منفصلة .

وتكاد النباتات ذات الريزومات الأرضية المتنوعة تسلك هذا المسلك فتموت الأجزاء الأصلية المسنة وتبقى الفروع الجانبية الحديثة ضاربة بجذورها فى الأرض لتحيّا حياة الافراد المستقلة . والبراعم التى على الدفانات والمدادات من نبات الشليك تتأصل جذورها فى الأرض وبعد موت السلاميات العادية تكوّن نباتات منفصلة ومن الأمثلة على التوالد الخضرى ما يرى فى النباتات البصلية وذوات الكرّات (راجع صفحات ٦٣ - ٦٦) .

وتوجد، فضلا عن طرق التوالد الطبيعى المذكورة، طرق أخرى شتى من التوالد الخضرى الصناعى، فانه اذا وضعت قطع منفصلة من جذور كثير من النباتات أو من أوراقها أو من سوقها فى ظروف سمير بك ذكرها أخرجت من الآلات ما يلزم لجعل هذا الجزء نباتاً تاماً . فمن ذلك أنك اذا قطعت فراخ النبات ووضعتها فى تربة مناسبة أخرجت فى الحال مجموعاً من جذور عرضية واذا عوملت قطع من الجذور بمثل هذه الطريقة أفرخت براعم تنشأ عنها فراخ ورقية . ويلاحظ أنه وان كانت الجذور قد تتكوّن اذا غرست أحد طرفى العقلة فى التربة فان خير نمو للجذور إنما يحدث اذا وضع فى الأرض ذلك الطرف من العقلة الذى كان أقرب الى جذر النبات الذى اقتطع منه . واذا دفنت عقلة جذرية فى التربة كان أشد نمو لجذورها يحصل من طرف العقلة الذى كان أقرب الى قمة الجذر . فأما الطرف الآخر فيخرج براعم عرضية . أما فراخ بعض أفراد الفصيلة المخروطية وغيرها من النباتات ، فلا يظهر أنها قادرة على اخراج جذور ، ولا جذورها قادرة على تكوين براعم وعلى ذلك فان النباتات التى من هذا القبيل لا يمكن توالدها خضرىاً .

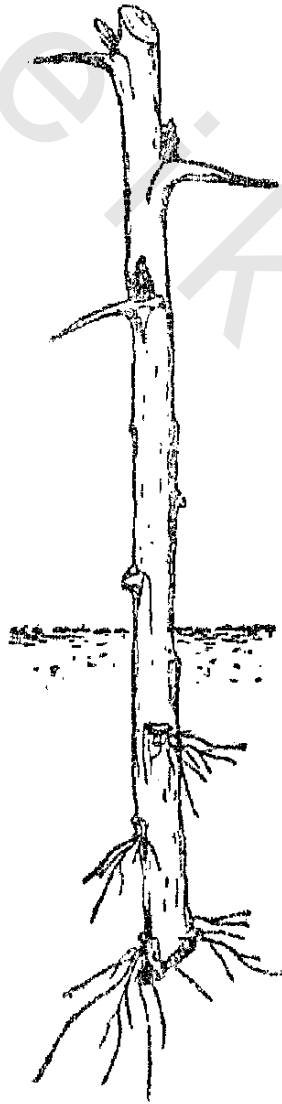
وأشيع الأمثلة على التوالد الحضرى الصناعى مايرى فى عملية تكثير النباتات بواسطة العقل والترقييدات وفى عمليات التطعيم "بالعين" والتطعيم "بالقلم" التى يستعملها البستانيّة .

العقل (Cuttings) — يطلق لفظ "عقلة" على أى جزء من جذر أو ساق أو ورقة تقطع من نبات ويستعمل لغرض التكاثر . ومن النباتات قليل مثل أنواع البلارجونيوم له قدرة على تكوين براعم عرضية على أجزاء مقطوعة من جذورها ويمكن تكثيرها بواسطة العقل الجذرية . وأوراق أنواع البرايوفيلوم وغيرها من النبات اذا قطعت على استطالة الأعيار (Mid - ribs) ودفنت فى أرض رطبة أو وضعت عليها ثم حفظت فى حرارة مناسبة تخرج براعم وجذورا تسمى نباتات جديدة عند النقط التى قطعت عندها أعيار الورقة . على أنه فى أغلب الحالات تختار فراخ لأجل العقل . وهى تعطى خير النتائج اذا قطعت تحت الكعب مباشرة إذ فى أغلب الأحوال لا تتكوّن الجذور العرضية إلا فى هذه النقط . أما العقل المأخوذة من النباتات العشبية الورقية فتوضع فى أرض رخوة دافئة لاسراع تكوّن الجذور وتحفظ فى جوّ رطب لمنع سرعة فقد الماء بواسطة النتح أثناء الوقت الذى تكون فيه الفراخ بلا جذور .

وتشتمل العقل الخشبية على مقدار كاف من الزاد المختزن لتكوين النسيج الكنى (Callus) والجذور . على أن العقل العشبية لا تشتمل فى العادة إلا على مقدار قليل جدا من المواد المجهزة . وعليه يجب تعريضها للضوء حتى يمكنها أن تقوم بعملية "تثبيت الكربون" .

والتين والرمان والأعناّب سريعة التكاثر بواسطة العقل وقد يمكن أيضا تكثير أنواع الكثرى والتفاح مثل ذلك . ولكن انتاج هذه الأشجار للجذور غير مضمون .

والعادة فى عقل أشجار الفاكهة أن يكون طولها من ثمانى بوصات الى عشر وهى تؤخذ من خشب السنة الماضية الذى تم بلوغه وبعد اقبال ورق الفراخ فى الحريف . ويجب قطع البراعم الموجودة على الجزء المخروس فى الأرض من الفرخ حيث يراد تجنب خروج الهراء (Suckers) ولا تترك على الجزء الواقع فوق التربة إلا البراعم المحتاج اليها لتكوين النبات (شكل ٨١) .



(شكل ٨١)
عقلة تبين تكون الجذور
العرضية فى الأرض .

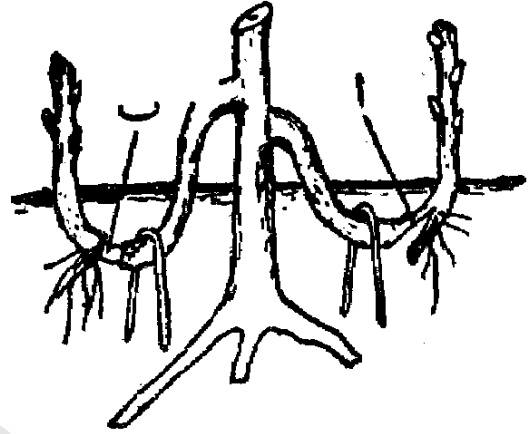
وأسرع ما تتكون الجذور فى التفاح والكثيرى عند ما يكون للعقلة "عقب" أى قطعة صغيرة فى قاعدتها من خشب الفرع الكبير الذى كانت العقلة نامية عليه .

وإذا كانت درنات البطاطس كبيرة جدا أو كان صنفها نادرا تقطع بالطول أحيانا بحيث يكون فى كل قطعة "عين" أى مجموع براعم . هذه العين تنمى نباتا جديدا اذا وضعت القطعة فى الأرض .

٥ — الترقيدات (Layers) — عملية الترقيد (Layering) عبارة عن حنى فرع نبات ودفنه فى الأرض . هنا تخرج الجذور من الجزء المحنى بعد زمن ما ، يمكن بعده قطع الفراخ المسماة "ترقيدات" قطعاً باتاً عن أمها . وقد يكفى لابرار الجذور مجرد حنى الفرخ وتغطيته بتراب رطب دافئ . ولكن

يغلب أن يضاف الى ذلك احدى الطرق الآتية حسن تكون الجذروهي :
التلسين والتثليم والتدوير في الترقيدة .

فأما "التلسين" فلفظ يطلق اصطلاحا على عملية اجراء شق مائل الى
أعلى في الترقيدة عند كعب من كعوبها
(كما في ١ . شكل ٨٢) .



(شكل ٨٢)

وأما "التدوير" فهو ازالة حلقة
تامة من القلف أو الأنسجة حتى
منطقة كامبيوم الساق بحيث يكون
عرضها نصف بوصة .

وأما "التثليم" فلفظ يراد به عمل
قطع على شكل الرقم ٧ في الساق .

رسم يبين طريقة الترقيد .
(ب) فرع أجريت فيه عملية "التدوير" .
(١) فرع أجريت فيه عملية التلسين .

كل هذه الحيل وغيرها مما هو مستعمل يعوق سبيل العصاراة المجهزة
الى الوراء ، من طرف الفرخ الموجود فوق وجه الأرض . وتراكم المواد
المجهزة في جزء الفرخ الواقع فيما وراء القطع يدعو تبعا لذلك الى تكون جذور
عرضية عليه .

والترقيد في العادة أنجح منه في التكاثر بواسطة العقل إذ أن هذه عرضة
للموت قبل أن يتكون جهاز جذرى واف بحاجاتها . أما في عملية الترقيد
فإن الفرخ يبقى متصلا بأصله حتى تضرب جذوره . وفي هذه الأثناء يحصل
منه على مائة وعلى مقدار ما من المواد الغذائية وتكثر الأعناب بواسطة
الترقيدات وكذلك الأمر في التفاح والكمثرى والبرقوق والسفرجل وغيرها من
الأصول التي تستعمل للبرعمة والتطعيم . ويحصل ترقيد هذه الأنواع

فى الخريف عادة ، وتترك الترقيدات متصلة بأمها حوالى اثنى عشر شهرا او حتى يتكون لها جهاز جذرى صالح ثم يمكن بعده أن تقطع عن أمها قطعاً باتاً وتنقل حيث يشاء .

٦ — البرعمة والتطعيم (Budding and Grafting) — لعملية البرعمة، يؤخذ برعم من نبات ويرشق فى ساق نبات آخر . فأما التطعيم فيؤخذ له جزء من فرخ عليه براعم عدة ويعالج بالطريقة السابقة ويسمى الفرخ الذى يرشق "بالطعم" (Graft) وإذا أحكمت معالجة البرعم أو الطعم والساق المرشوق عليها اتحد بعضهما مع بعض اتحاداً عضوياً حتى يلوحا كأنهما نبات واحد تمتد جذوره البرعم أو الطعم المتصل به بالماء وغيره من مواد الأرض ، وتستغل أوراق الفراخ الناشئة من البرعم أو الطعم بصنع مواد لتغذية الجذور وانماؤها . ولكن مهما يكن من الأمر فإن الطعم والمطعم فى كل الأحوال تقريباً يحفظان خصائصهما المورفولوجية الفردية ، فيسلكان من هذه الوجهة مسلك نباتين مفترقين متميزين .

ويقال ان من النباتات المبرعمة أو المطعمة ما يخرج فراخاً تشابه الطعم والمطعم عليه معا فى شكل أوراقهما ولون أزهارهما وغير ذلك من الصفات المورفولوجية . ويسمى الفرخ الناتج على هذا النحو "بالهجين الطعمى" (Graft Hybrid) على أن هذا نادر الحدوث .

والبرعمة والتطعيم عمليتان أشيع ما تجريان فى ذوات الفلقتين من النباتات الخشبية على أنه قد تتحد النباتات العشبية اتحاداً يرتاح اليه . أما محاولة تطعيم ذوات الفلقة المفردة فيندر نجاحها .

وقد يطعم نوع من النباتات على نوع آخر متميز عنه تميزاً تاماً ، كتطعيم الخوخ على البرقوق والتفاح على الكمثرى والكمثرى على السفرجل ، والطماطم

على البطاطس . وفضلا عن ذلك فان من الأنواع التابعة لأجناس مختلفة ما يمكن اتحاده ونماؤه نماء صالحا . على أنه يظهر أنه لا يمكن نجاح تطعيم النباتات بعضها على بعض حتى تكون من عشيرة أو فصيلة واحدة .

وإذا قيل ان صنفًا من الكثيرى سواء طعم على سفرجل أو تفاح أو غير ذلك من الأصول يبقى محرزًا كل الصفات الخاصة التي من أجله غرس فان الطعم نفسه يعتوره شيء من التغير في حجم ثمرته ومذاقها وفي ابدار قوة حمله أو تأخرها وفي عادة نموه وغير ذلك من الأمور بتأثير الأصل المطعم عليه . ويلاحظ مثل ذلك التأثير الناشئ عن الأصل في الطعم وفي نتاجه في أغلب أشجار الفواكه الأخرى والظاهر أن لهذا الأمر علاقة بصعوبة نقل المواد الزائدة من الزيل عند نقطة اتحاد الطعم بالأصل .

والعادة في أشجار الفواكه وهى على جذورها أى وهى غير مطعمة أن تكون أقل حملا وأحط صنف ثمرة مما يجنى منها إذا طعم نوعها على أصل آخر مناسب .

ولانتاج أشجار من الكثيرى قصيرة الطول تبكر بجمالها ، تطعم الكثيرى فى العادة على السفرجل وكذلك الأمر فى التفاح فانه يطعم على صنف البراديز (Paradise) وهو قصير القامة جذوره سطحية .

وكثيرا ما تستعمل سوق برقوق ماسل (Mussel) وسان جوليان (St.-Julien) أصولا للبرقوق . وهناك طرق شتى كثيرة جدا يجرى عليها فى تهيئة البراعم والطعوم وغرسها .

وأشيع الطرق المتخذة لتكثير أشجار الفواكه والورود بواسطة البرعمة هى الطريقة المعروفة "بالبرعمة الدرعية" (Shield-budding) وهذه تجرى

عادة عند ما يمكن فصل قلف المطعم على خشبه بسهولة على امتداد حلقة الكامبيوم المنتشط . ويجب أن تكون البراعم المتخبة براعم خشبية بالطبع وأن تؤخذ من فراخ خرجت فى العام نفسه . وينبغى أن لاتكون صغيرة السن أو كبيرتها ولذا فانها تقطع من الجزء الأوسط الواقع فى منتصف الفرخ حيث يكون الخشب قد أدرك نصف درجة البلوغ .

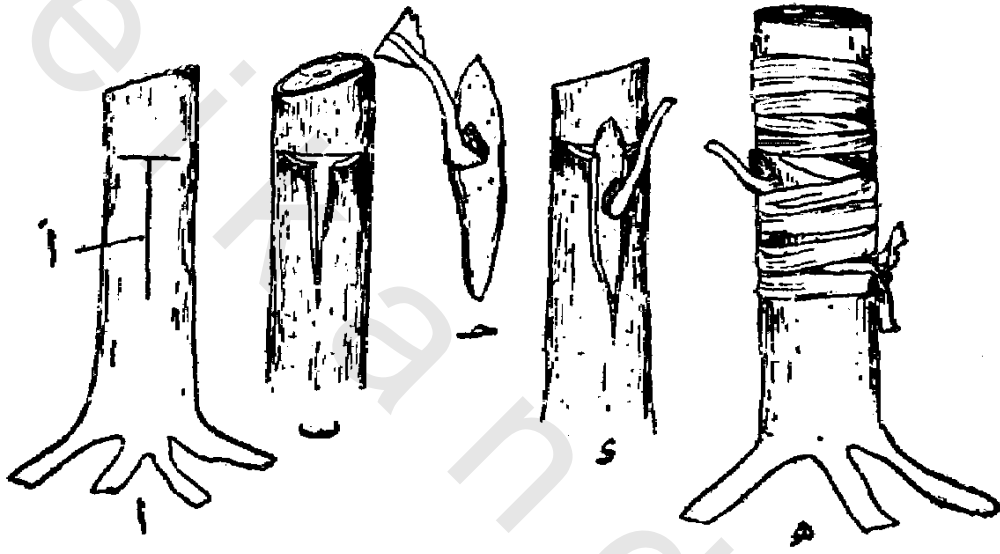
أما البرعم الذى يراد استعماله فيجب أن يقطع من الفرخ الصغير على الصفة المبينة عند (ا ب . شكل ٨٣) وذلك أن تفصل مع البرعم قطعة من القلف على صورة الدرع ومعها جزء صغير من خشب الفرخ ينزع من القلف بعد ذلك باحتراس وإلا فانه اذا نزع قطعة الخشب المذكورة ونزعت معها اسطوانة البرعم الوعائية الابتدائية أى محوره بدا البرعم أجوف اذا نظر اليه من الداخل وأصبح عديم الفائدة إذ أنه



(شكل ٨٣)

فى هذه الحالة لا يستطيع النمو ولا التكشف . أما الورقة التى يكون البرعم ناميا فى ابطها فتقطع كما فى س بحيث يترك من عنقها ثلاثة أرباع بوصة متصلة بالقلف . فاذا تم هذا عمل شق على شكل T (ا . شكل ٨٤) فى الأصل المراد التطعيم عليه ويرفع القلف بلطف كما فى ب . ويؤتى بالبرعم المجهز ويرشق

فى الشق كما هو مبين فى د ثم يربط الكل ربطا محكما ويلف عليه بشريط من القطن أو بما مائله حتى يضم الأجزاء المجروحة بعضها الى بعض ضمنا شديدا . أما البرعم نفسه فيبقى مكشوبا (هـ . شكل ٨٤) .



(شكل ٨٤)

رسم بياني يمثل طريقة برعمة شائعة

وبعد البرعمة بثلاثة أسابيع أو شهر يفك الرباط أو يراخى ولا يصح بعد قطع الجزء الأعلى من الأصل المطعم عليه فى الربيع أن يسمح بنمو شئ إلا البرعم الذى طعم .

وفى عمليات البرعمة التى تجرى بالصفة المذكورة يصبح النسيج اللائم أى الكتب الذى يكونه كامبيوم البرعم المنقول متحدا مع كتب كامبيوم الأصل الذى طعم عليه البرعم . وبما أن سطوح الكامبيوم المجموعة بعضها الى بعض كبيرة فلا غرو اذا حدث إثمارها على عجل إثمارا صالحا .

أما عملية التطعيم فمدارها اتخاذ قطعة صغيرة من الفرخ المغنى ، عليها برعمان أو ثلاثة أو أربعة ، بالأصل . وفى تطعيم أشجار الفاكهة تقطع الطعوم من فراخ

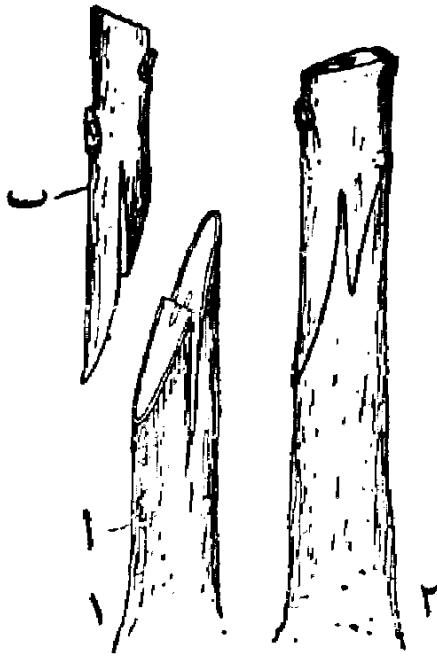
السنة الماضية قبل ابتداء النمو الحضرى . وتوضع بعد ذلك فى رمل رطب أو فى ثرى من ثرى البساتين فى الجهة البحرية من جدار ، أو تبقى فى مكان بارد حتى لا تجف ، ولكى تبقى ساكنة حتى يحتاج إليها فى أوان إجراء عملية التطعيم .

ويقطع الجزء الاعلى من الشجرة أى رأسها قطعاً باتاً فوق النقطة التى يراد تطعيم الطعم فيها بقليل ويجب أن يحوى هذا قبل أن يتبدئ النمو فى الربيع . وهناك طرق كثيرة لاتحاد الطعم بالأصل يحريها البستاني على أنه لابد من ذكر أن النسيج الكنبى الذى يحدث الالتحام ينشأ على الأخص من كامبيوم الطعم والأصل والخلايا المتاخمة للكامبيوم مباشرة ، أما الخشب المدرك القديم فلا دخل له فى هذه العملية .

وأشيع الطرق المستعملة فى التطعيم هى :

(١) التطعيم اللسانى .

(٢) » التاجى .



(شكل ٨٥)

رسم يبانى يرى طريقة التطعيم اللسانى .

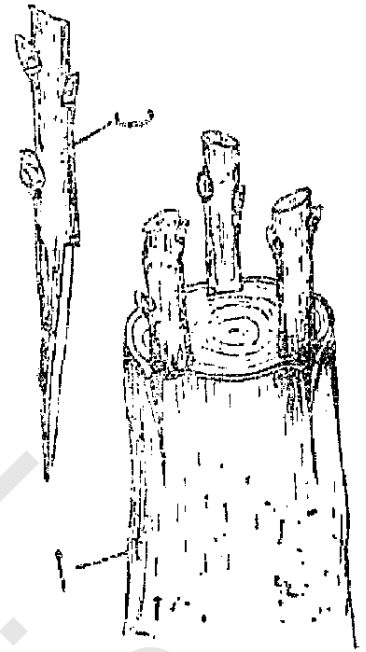
(١) الأصل أ و الطعم ب منفصلين .

(٢) الأصل والطعم متلايين قبل ربطهما .

فأما الأول فيستعمل حينما يكون حجم الطعم والأصل واحداً تقريباً ، وأما الثانى فيلجأ إليه عند ما يكون الطعم أنحف من الأصل المراد التطعيم عليه . وفى التطعيم اللسانى يقطع الطعم أولاً ثم يقطع ويبرى طرف منه بميل طوله بوصتان أو ثلاث ثم تعمل فيه فجوة (كما فى ب . شكل ٨٥) .

ويمالج الأصل بنفس الطريقة حتى اذا وضع الطعم عليه ناسب أحدهما آخر (كما فى ٠٢ شكل ٨٥) ثم يربط الجزءان بعضهما مع بعض ربطا محكما، ويفضى الجرح إما بشمع التطعيم أو بالطين لمنع دخول الهواء والمطر ويجرد تكشف البراعم الموجودة على الطعم عن فرائخ طول كل منهما ست بوصات أو ثمان ينزع الرباط والغطاء باحتراس ويربط الطعم والأصل الى دعام حامل .

وفى التطعيم الناجى يقطع طعم أو أكثر ويعمل فيه قطع مائل ثم يرشق فى شقوق طولية طولها بوصتان فى قلف الأصل المطعم كما هو مبين فى (شكل ٨٦) وتربط الأجزاء المجروحة بعد ذلك وتغطى بالطين أو الشمع كما سبق الوصف فى التطعيم اللسانى .



(شكل ٨٦)

رسم يبان يمثل طريقة التطعيم
الناجى . ب = طعم مجهز ؛
أ = أصل غرز فيه ثلاثة طعوم .

واعلم أن ما يخرج من البصلات أو الدرناات أو العقل وكذا البراعم والطعوم ليس فى الحقيقة نباتا جديدا وإنما هو امتداد من جسم الأم التى أنتجتها يحوز نفس الصفات المورفولوجية والفيسيولوجية التى للنباتات التى أخذت منها إلا فيما ندر . وما من صفة تجعل الأم قيمة إلا وتوجد فى النباتات المشتقة منها بواسطة الطرق

الشتى التى سبق وصفها . ولهذا الأمر على الأخص يستفيد الفلاح والبستاني ومربي النباتات من قوة التوالد الخضرى . وتختلف النباتات الحديثة من بزور أصناف منتخبة من التفاح والكثيرى وغيرها من أشجار الفاكهة

اختلافا كبيرا عن أمهاتها ويرى مثل هذا البون بين الأم والابن اذا قورنت بوادر الكريزاتين (Chrysanthemums) والدهليا (Dahlia) والبطاطس وكثير غيرها من النباتات المزروعة ، بأسلافها .

وعليه فان توليد النباتات بواسطة البزور فى مثل هذه الأحوال لا يمكن أن يعتمد عليه كواسطة للحصول على عدد من النماذج كل منها يشبه الأم . لذا كانت الطريقة الوحيدة للحصول على الغرض المطلوب هى الاستفادة من قوة التوالد الحضرى .

وللتوالد الحضرى فضل آخر هو اقتصاد الوقت اذا كان الغرض سرعة تكثير بعض أنواع النباتات فانك اذا أردت الحصول على مغل ثمين من البطاطس بواسطة بزور أنفقت خمس سنوات أو ستا ، وقد تنفق من الزمن فوق ذلك لانشاء بستان من أشجار الكثرى أو التفاح اذا غرست به بزورها . ولكنك اذا استعملت الدرنات فى الأول ، والتطعيم على أصول مستقرة بلغت غايتك فى وقت قصير .

ويقتصد الزمن أيضا اذا ولد الشليك من مدادات متفرقة بعضها عن بعض بدلا من البزور ، وكذلك الأمر اذا استعملت البصلات فى تكثير أصناف النرجس بدلا من البزور .

تج ١٥٤ : الحصى عقل وترقيدات من البلازجونيوم والأعشاب والتين وغيره مما تصل اليه يدك بعد اذ تكون جذورها قد ضربت فى الأرض واعمل رسوما عن أطرافها التى أرسلت جذورها .

تج ١٥٥ : يجب أن يكلف كل طالب ببرعمة وردة وتطعيم شجرة من أشجار الفاكهة . الحصى المعالم الخارجية من الاشجار المبرعمة أو المطعمة فى البساتين والحدايق وأنظر هل ينمو الاصل والطم فى الشخانة بنسبة واحدة أم لا ؟

الفصل الثانى والعشرون

التوالد

نُمة

التوالد التزاوجى (Sexual Reproduction.)

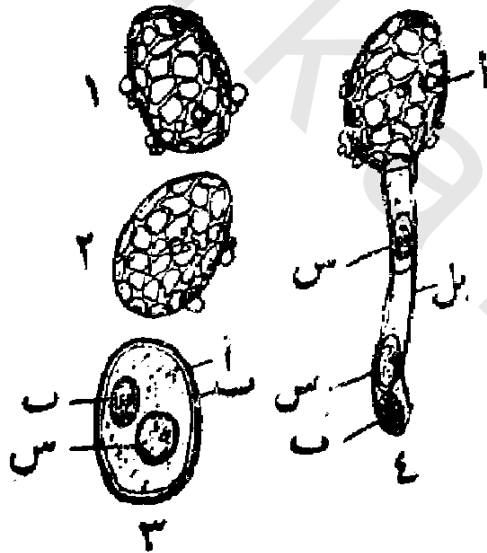
١ — ان الأساس فى التوالد التزاوجى فى النباتات وفى الحيوانات أيضا هو امتزاج نوعين خاصين من الخلايا أحدهما خلية توالدية ذكورية والآخر خلية توالدية أنثوية تكوّنان بعد امتزاجهما النام أى اختلاط أجزائهما بعضهما ببعض خلية مفردة قادرة على النمو الى كائن جديد حى .

أجل ، ان الخلية الأنثوية فى أحوال التوالد البكرى (Parthenogenesis) لتكشف عن نبات جديد بغير سبق اتحاد مع خلية ذكورية ولكن هذا أمر استثنائى بحت ، إذ القاعدة أنه لا الخلية الذكورية ولا الخلية الأنثوية قادرة على التكشف بذاتها بل انما يكون ذلك بعد ان تجرى عملية الاخصاب (Fertilisation) أى اتحاد الخلية الذكورية مع الخلية الأنثوية . هنا تنمو الخلية الأنثوية حتى تصبح نباتا جديدا وهاتان الخليتان المتحدتان أى الجميطتان كما يطلق عليهما (Gametes) تتخلقان فى آلات توالدية تختلف صورها فى عالم النبات اختلافا كبيرا .

أما نحن فلا نستطيع الآن إلا أن نغنى بالخلايا التزاوجية والآلات التوالدية من النباتات الزهرية العادية .

آلات التوالد في هذه النباتات هي الأجزاء الأساسية من النباتات الزهرية كما مرّ بك في الفصل السادس . فالأسدية هي الآلات الذكورية والقربلات هي الآلات الأنثوية .

والخلية التوالدية الذكورية محتواة في حبوب اللقاح المتخلق في الأسدية . أما الخلية التوالدية الأنثوية فمحتواة في باطن المبيض كما سيمرّ بك الشرح .



(شكل ٨٧)

(٢٤١) حبوب لقاح نوع من الزنبق بها أكسين مشبك ترى عليه نقط صغيرة من الزيت .

(٣) قطاع من حبة لقاح : أ = أكسين ؛ ب (تحت أ) = أنثين ؛ ب (فوق س) = نواة الخلية الخضرية ؛ س = نواة الخلية التناسلية .

(٤) حبة لقاح نابذة . بل = أنبوبة لقاحية ب = نواة الخلية الخضرية ؛ س = نواتان متكونتان بانقسام نواة الخلية التناسلية .

٢ — بناء حبة اللقاح وإنباتها —

تختلف حبوب اللقاح في صورتها وحجمها ولونها اختلافا كبيرا ، على أنها في العادة أجسام بيضية أو كرية ضاربة إلى الصفرة . ويتكوّن ظاهر الحبة عادة من غطاء سلولوزي مكوتن (Cutinized) سميك يسمى "الأكسين" (Exine) أي الظرف الخارج ، منقح في العادة بعلامات سمكية شوكية الشكل أو ثلولية أو شبكية وترى عليه هنا وهناك سطوح رقيقة مرتبة ترتيبا منتظما قليلا أو كثيرا . ويطن هذا الغطاء الخارجى الواقى غشاء سلولوزي غص شفاف يسمى "الأنثين" (Intine) أي الظرف الداخلى (شكل ٨٧) .

وجوف الحبة مملوء من السيتوبلازم وهذا توجد فيه نواتان تمثلان خليتين ليس بينهما جدار . احدهما (س) هى الخلية التناسلية أو الخلية التوالدية الذكرية . أما الأخرى (ب) فتسمى "الخلية الخضرية لحبة اللقاح" .

ويغلب أن يوجد النشا والسكر والزيت وغيرها من المواد الزايدة في السيتوبلازم وإذا وضعت حبة اللقاح في محلول مخفف من السكر وحفظت على درجة حرارة مناسبة امتصت من مائه وأخرجت جسما على شكل أنبوبة نحيلة مسدودة تسمى "أنبوبة اللقاح" (بل) وهى تنمو من الخلية الخضرية للحبة وقد يبلغ طولها في بعض الظروف بضع ملليمترات . وأنبوبة اللقاح تنمو من الطرف الداخلى ويخرج من خلال الأمكنة الرقيقة أو المنوعة في الطرف الخارجى من الحبة .

وتسير النواتان الموجودتان في حبة اللقاح أثناء إنباتها في أنبوبة اللقاح وينتهى الأمر بنواة الخلية الخضرية الى التحلل والاختفاء . أما نواة الخلية الذكرية أى الخلية التناسلية فتنتسم الى قسمين (س س رقم ٤ ، شكل ٨٧) يدخلان في عملية الأخصاب التى سيمرّك شرحها فيما بعد .

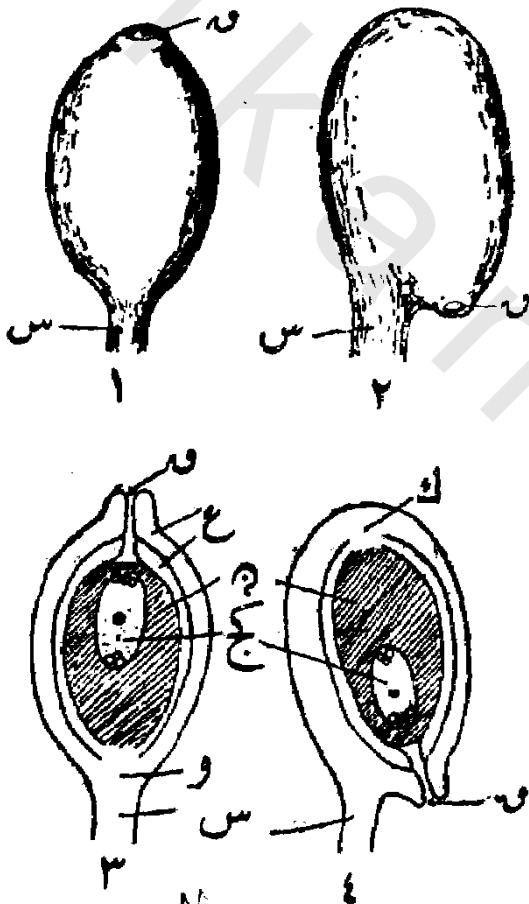
مج ١٥٦ : هن حبوب اللقاح من متوك أزهار الخيار والكبشلا والجعضيض والتفاح وأى زهرة أخرى تصل إليها يدك . ثم انقل اللقاح على لوحة زجاجية .

- (١) اغص اللقاح بالشبيثة الضعيفة من المكركوب بحيث يقع النور عليه من أعلى . وتبين لونه وأعمل رسوما عن شكل نظام العلامات الموجودة على الجدار الخارجى .
- (٢) هيء قليلا من كل نوع من أنواع اللقاح الذى عندك في الماء . أو في الكؤول والمغصه بالشبيثة الضعيفة ثم القوية .

مج ١٥٧ : اعمل محاليل من سكر القصب قوتها ٣ و ٥ و ١٠ في المائة ، وضع بعضا من كل منها في زجاجة ساعة على حدة . وضع عليها قليلا من حبوب اللقاح وغط كل

زجاجة منها بملها وابق جميع ذلك في ظلام غرفة دافئة . ثم انقص بعضا من حبوب كل زجاجة بالشبيبة القوية بعد اثنتي عشرة ساعة أو ثمانى عشرة ساعة ولاحظ خروج الأنابيب المفاحية من كثير منها .

٣ — البيضة وبنائها .



(شكل ٧٨)

- (١) منظر خارجى لبيضة أورثوزية أى معتدلة .
- (٢) منظر خارجى لبيضة أناتروبية أى منعكسة .
- (٣) قطاع طولى من ١ .
- (٤) قطاع طولى من ٢ . س = سر ؛ و = تقير ؛ ك = كلازة ؛ غ = أغطبة البيضة ؛ د = نوسيلة ؛ كج = كيس جنينى .

البيضات كما مر بك فى الفصل السادس هى أجسام دقيقة مستديرة أو بيضية توجد فى قربلات الزهرة . والغالب فيها أن تكون كل بيضة مربوطة بمشيمة القربلة بواسطة عود قصير هى السر (Funicle) .

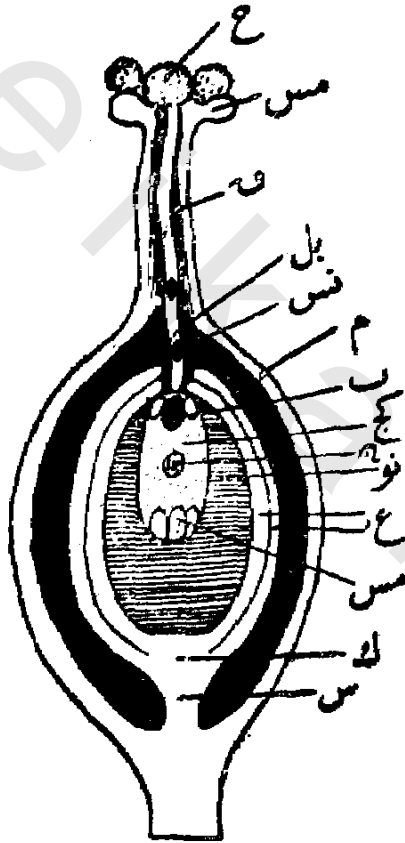
ويشتمل الجزء المهم من البيضة على نسيج برنشيمى رقيق الجدر فى وسطها يسمى "النوسيلة" (Nucellus) (ن . شكل ٨٨) حولها غطاء (Integument) أو اثنان نما من قاعدة النوسيلة ليغطيها جميعها إلا عند قمتها حيث توجد قناة ضيقة جداً هى التقير (Micropyle) .

وبيضات النباتات الخيمية وكذا غالب ذوات الفلقتين ذات الأزهار المتحدة البتلات ليس لها إلا غطاء واحد ، فأما بيضات ذوات الفلقة الواحدة وغالب ذوات الفلقتين عديدة البتلات وكذا عديدة البتلات فلها غطاءان .

وتسمى نقطة (ك) حيث تتحد الأغشية ونسيج النوسيلة ” كلاًزه“ (Chalaza) البيضة .

وتختلف أشكال البيضات باختلاف أكثر النباتات . أما السر والكلازة والتقير في نبات الحميض والبوليجونيوم فهى كلها على خط مستقيم (كما في ١ . شكل ٨٨) . وتسمى مثل هذه البيضات ” معتدلة“ (Orthotropous) . وإذا انقلبت البيضة أثناء نموها (كما في ٢ . شكل ٨٨) ، وقع التقير ملاصقا للسر ويرى هذا في غالب النباتات الزهرية العادية وتسمى مثل هذه البيضة ” منعكسة“ (Anatropous) . والبيضات في نباتات العائلة الصليبية وكذا في العائلتين الرمرامية (Chenopodiaceae) والقرنفلية (Caryophyllaceae) كلوية الشكل قليلا أو كثيرا وتكون النوسيلة والأغشية فيها منحنية أو منثنية وتسمى البيضات إذ ذاك ” منحنية“ (Campylotropous) . وفى أوائل نمو البيضة تظهر خلية كبيرة خاصة فى نسيج النوسيلة عند نقطة قريبة من تقير البيضة تسمى ” بالكيس الجنينى“ وينشأ فى هذا الكيس متسق من خلايا سبع وذلك أن نواة كيس الجنين الأولية تنقسم أولا ثم يسير النصفان الى طرفين تقيضين فى الخلية . ثم ينقسم كل نصف فى مكانة أربعة أقسام فتتجمع فى الخلية ثمانى نوى لكل منها جزء من السيتوبلازم المصاحب لها . وبعد ذلك تجرى واحدة من النوى من الطرف الكلازى وواحدة من الطرف التقيرى راجعتين الى المركز تترجان بعضهما مع بعض فتكونان

ما يسمى "نواة الكيس الجنيني الثانوية أو النهائية" (Defintive) (و . شكل ٨٩) .



(شكل ٨٩)

رسم بياني لقطاع طول من قرلة تشمل
على بيضة معتدلة : يرى نظام مختلف الأجزاء
وقت الإخصاب ؛ م = مبيض ؛ ق =
قلم ؛ مس = ميسم القرلة ؛ ح = حبة
لقاح نابتة على الميسم ؛ بل = أنبوبة اللقاح ؛
نس = نواة تناسلية ؛ س = سر ؛ ك =
كلازة ؛ ع = أغشية البيضة ؛ نو = نوسيلة ؛
كج = كيس جنيني ؛ ب = خلية بيضية ؛
د = النواة النهائية ؛ مس (بعد ع) =
خلايا قطبية .

أما النوى الثلاث الموجودة عند
طرف الكيس الجنيني على أبعاد ما تكون
من التقير فتصبح محوطة بمقدار ما من
السيتوبلازم ثم تنشئ لنفسها جدارا
خلوية ، وتسمى الخلايا المتكونة إذ
ذاك "قطبية" (Antipodal) .

(٢) أما الخلايا الموجودة عند
الطرف القريب من التقير فإن النوى
والسيتوبلازم المصاحب لها تبقىان
بلا جدار خلوية وتكونان ما يسمى
"جهاز البيض" (Egg-apparatus) .
من هذه الثلاثة اثنتان تسمى كل منهما
"مساعدة" (Synergidae) فأما
الثالثة فتسمى "البويضة" (Ovum)
أو "الخلية البيضية" أو "الكرة
البيضية" (Oosphere) (كج)
والبويضة هي الخلية الأنثوية التوالدية
الخاصة في النبات التي بعد امتزاجها
مع الخلية الذكورية التوالدية من الحبة
اللقاحية تدخل في حياة جديدة وتتمو
حتى لتكشف عن نبات جديد .

تج ١٥٨ : استخراج بيضات من مبايض أزهارها حديثة التفتح من نباتات البازلاء والفول وغيرها مما يعادها في الحجم ، وذلك بواسطة استعمال الأبر . ثم ثبت ذلك في نقطة من الماء وانحصرها بالشيئية الضعيفة وتبين السروكذا موقع النقيير .

تج ١٥٩ : اقطع قطاعات عرضية من هذه المبايض وثبت هذه القطاعات في محلول من الصودا الكاوية قوته واحد في المائة وتبين صورة البيضات وبناؤها واتصالها بالقربلات واعمل عن ذلك رسوما .

تج ١٦٠ : ضع بعض أزهار من أزهار القطن أو الكتان تكون قد تفتحت توا في كؤول المثل (Mythylated Alcohol) وبعد تجيدها بضعة أيام اقتنع البتلات والأسدية واقطع بعض قطاعات عرضية في القربلات بواسطة موسى مبللة بالكؤول . هنا تمر بعض القطاعات خلال البيضات المرحومة في باطن القربلات . انقل القطاعات الى زجاجة ساعة تشتمل على مخلوط متساوى الأجزاء من الكؤول المثل والجليسرين : ثم انخسف قطاعا أو اثنين يكونان قد مرأ بالبيضات وثبتهما في نقطة من الجليسرين النقي .

(١) الفحص بالشيئية الضعيفة وارسم :

(١) قطاع جدار القربلة .

(٢) البيضة المنعكسة وسرها .

(٣) كيس الجنين .

(٢) الفحص كيس الجنين بالشيئية القوية وارسم وانظر في باطنه الى :

(١) النواة النهائية المركزية (الثانوية) .

(٢) النوى السعنية في طرف من الكيس

(٣) البويضة والمساعدتين في الطرف الاخر .

٤ — الأخصاب وتأثيراته — اذا وضعت حبة اللقاح على ميسم قربلة زهرة ملائمة أنبتت وأنشأت أنبوبة لقاحية تخترق أنسجة الميسم وتمو نازلة

في القلم حتى تنتهي الى جوف المبيض . ويختلف الوقت الذي يستغرقه هذا الأمر بين بضع ساعات وأسابيع تبعا لنوع النبات .

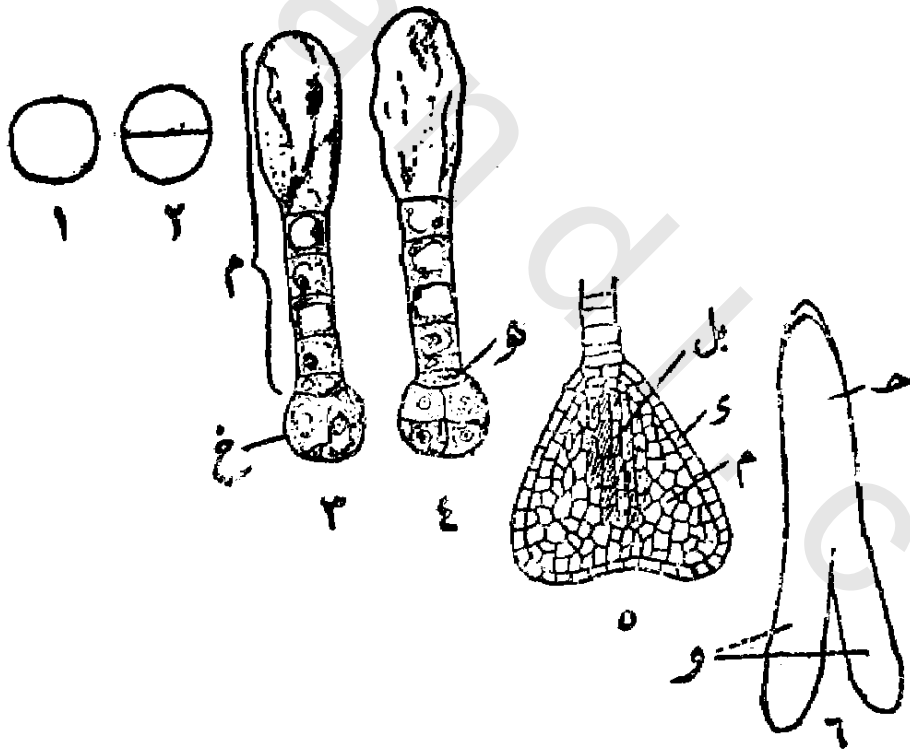
وتتبدى الأنبوبة اللقاحية في سيرها، بطريقة لم تدرك تمام الإدراك، الى نقيير البيضة ثم لتصل في النهاية بقمة الكيس الجنيني ملاصقة للجهاز البيضي (شكل ١٨٩) وعند وصولها الى هذه النقطة يتحلل طرفها وتسير احدى الخلايا اللقاحية الموجودة في حبة اللقاح من طرف الأنبوبة المفتوح حتى تلتقي بالبويضة . عندئذ تندمج الخلية التناسلية والبويضة بعضهما في بعض وتكونان خلية واحدة ، بامتزاج أجزائهما واشتباكهما . هذا الاندماج ، اندماج خلية تناسلية بالبويضة ، هو الصورة الجوهرية من الفعل التزاوجي ويعبر عنه ”بالأخصاب“ .

وقد وجد حديثا أن النواة التناسلية الثانية الموجودة في الحبة اللقاحية تندمج في بعض الأحوال مع للنواة النهائية (الثانوية) في باطن الكيس الجنيني ولعل هذه العملية الاخصابية المزدوجة عامة في كل النباتات الزهرية . واذا لم تخصب البويضة ذبلت هي والبيضة جميعها وماتتا ولكنه بمجرد حدوث الأخصاب تشرع البويضة في الانقسام والنمو والتكشف عن نبات جنيني فتصبح البيضة جميعها في النهاية بزررة .

أما نمو الجنين في نبات ذى فلقتين من بويضة مخصبة فيمكن دراسته بسهولة في الحشيش المعروف ”بكيس الراعي“ أو (Capsella) . وذلك أن الخلية البيضية تحيط نفسها أولا بجدار خلوي ثم تنقسم الى خليتين : فالعليا منهما وهي التي تكون أقرب الى النقيير تنشئ ، بواسطة انقسامات عرضية

أخرى، صفا واحدا من الخلايا يسمى "المعلق" (Suspensor) (م. شكل ٩٠) وأما الثانية وهى الخلية السفلى الكرية (خ) فتحمل عند طرف الصف المعلق الى مسافة ما حتى تنزل فى جوف الكيس الجنينى ، وتسمى "خلية الجنين" اذ أن منها يتكوّن الجنين كله إلا طرف الحذر ورأسه .

وتنقسم الخلية الجنينية المفردة فى ثلاث جهات بحيث تتكوّن ثمانى خلايا: أربعة منها ، وهى أقربها الى المعلق ، تحدث بواسطة استمرار الانقسام ما يسمى "بالسويق الجنينية السفلى والحذير" أما الأربعة الباقية فتنشئ فلقة



(شكل ٩٠)

- (١) رسم بيانى عن الخلية البيضية . (٢) الخلية بعد الانقسام الأول . (٣ ، ٤) المعلق (م) والخلية الجنينية (خ) فى الكبسلا . فى ٤ تلوح الخلية الجنينية بعد حصول الانقسام فيها . ه = هيبوفيسس (٥) طور متأخر من تكشف الجنين مبين فيه جزء من المعلق لا يزال موصولا به ؛ س = درماتوجين ؛ م (فى ٥) = بريلم ؛ بل = بليروم الجنين . (٦) جنين مستكمل النمو . (ح) جذيرة ؛ و = فلقتان .

الجنين وريشته . أما طرف الجذير وقلنسوة الجذور فينشآن من انقسام الهيبوفيسس (Hypophysis) أو الخلية الطرفية (هـ) من المعلق

تج ١٦١ : اقتطف من نبات كبسلا مبيض زهرة سقطت عنها بتلاتها قوا . افحه وأزل منه بaire بعض بيضاته ، وضع واحدة منها أو اثنتين في نقطة من الماء على لوحة زجاجية وغطها بزجاجة شنية .

(١) اخص بالشينية الضعيفة وارسم أجزاء بيضة واحدة وسرها .

(٢) اضغط بلطف على الزجاجة الشينية بطرف قلم رصاص لكي تفقأ البيضة وحاول بالشينية الضعيفة أن تجد الجنين والمعلق (كما في ٣ و ٤ من شكل ٩٠) بين المشتملات التي فقت . فاذا وجدتهما فالخصهما بالشينية وارسمهما .

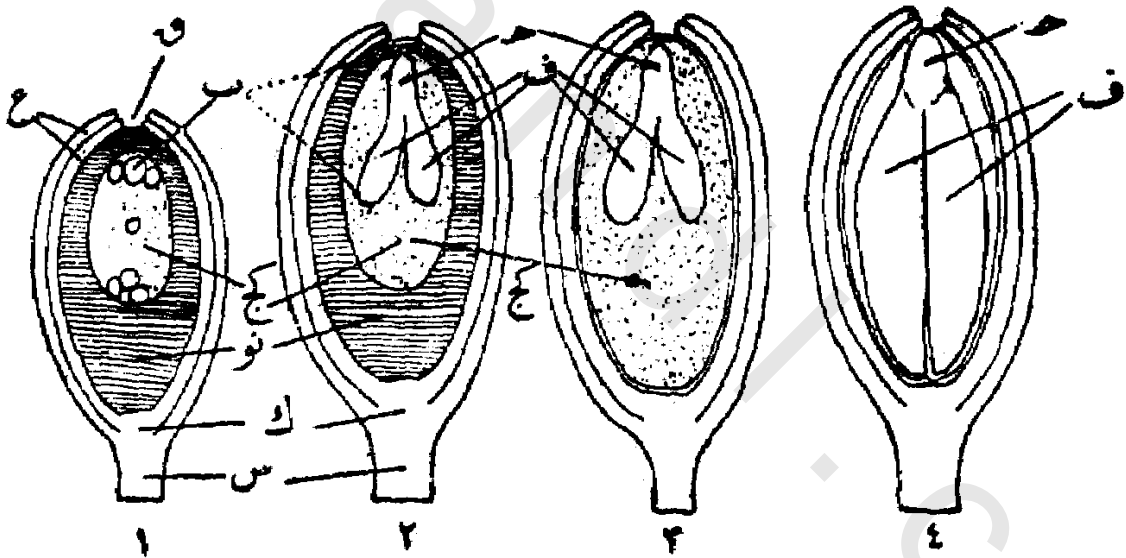
(٣) أعد مافات على بيضات مأخوذة من مبايض أكبر منها سنا على التدرج وتأثر خطى نمو الجنين الى الوقت الذي ترى فيه الفلقين والجذير رؤية واضحة تحت الشينية الضعيفة .

في الوقت الذي يكون فيه نمو الجنين سائرا تحدث في الكيس الجنيني وفي نواة البيضة تغيرات كثيرة فتحتل الخليتان المساعدتان والخلايا السحمتية عادة وتنفى . أما نواة الكيس الجنيني الثانوية فتندمج مع إحدى الخلايا التناسلية من الحبة اللقاحية وتنقسم النواة المركبة الناشئة من هذا الاتحاد انقسامات متوالية حتى يتكوّن عديد من الخلايا العادية ، تنشأ بينها في النهاية جدر خلوية ويكون الجميع عندئذ نسيجاً برنشيميا داخل الكيس الجنيني يعرف "بالاندوسبرم" (كج . شكل ٩١) وهذا يخزن مع المواد الغذائية التي يعيش عليها الجنين أثناء تكشفه .

في القمح والشعير والبصل وغيرها من أنواع النباتات لا يحلل الجنين ويستنفد كل الاندوسبرم قبل نضج البذرة وعلى ذلك يوجد في البذرة البالغة مقدار ما من الأندوسبرم (٣ . شكل ٩) أما في غيرها من النباتات كالقفل

والبازلاء واللفت فان الجنين وهو ينمو يمتص كل الاندوسبرم والنوسيلة تقريبا ويستعملهما قبل نضج البزرة لذلك لا تحتوى بزور هذه النباتات إلا قليلا من النسيج الاندوسبرى وقد لا تحتوى شيئا بته ومن هنا سميت "لا أندوسبرمية" (٤. شكل ٩١) .

والغالب فى نسيج النوسيلة أن يتحلل ويمتص أثناء نمو الجنين ولكنه يمتلئ فى بعض النباتات بالزاد ويوجد فى البزرة الناضجة : ويسمى هذا النسيج النوسيل المملوء "پيريسپيرم" (Perisperm) (نو ٢٠ شكل ٩١) .



(شكل ٩١)

قطاع طولى بيانى من بيضة (١) والبزور (٢، ٣، ٤) التى يمكن اشتقاقها منها د ب = الخلية البيضية التى تصبح بعد الإخصاب جنين البزرة ؛ هـ = نقيير ؛ ك = كلالزة ؛ س = سر ؛ غ = أغشية البيضة ؛ ج = كيس جنينى ؛ نو = نوسيلة ؛ ح = جذير الجنين ؛ ف = فلقنا الجنين .

(٢٠ ٣) بزور اندوسبرمية موجود فيها أنسجة مشتقة من النوسيلة ، والكيس الجنينى موجود فيها . فى ٢ يسمى النسيج نو = بريسبرم . وهو مفقود من ٣ . فى ٣ يوجد النسيج الاندوسبرى كج الناتج داخل الكيس الجنينى وحده مع الجنين .
(٤) بزرة لا اندوسبرمية . وليس بها بريسبرم ولا اندوسبرم .

ويترتب على الأخصاب تولد الجنين ، وهو ينبت النوى فى الأجزاء الأخرى من البيضة بحيث أنها تتحول فى النهاية الى برة واليك بيان الأجزاء المتقابلة فى الجنين والبررة :

البررة	البيضة
تصبح جنينا	الخلية البيضية أى البويضة...
» أغطية البررة أى القصرة	الأغطية
» النقيير	النقيير
» السر	السر

أما البرور الأندوسبرمية فقد يكون الأندوسبرم فيها عبارة عن نسيج اخترانى تكون فى الكيس الجنينى وربما كان النسيج الاخترانى ناشئا عن الوسيلة وفى هذه الحالة يكون هو "البريسبرم" .

وبعض الحبوب يكون فيها الأندوسبرم والبريسبرم معا . وبعد حصول الأخصاب يذبل قلم القربلات ويمسها ويسقطان وكذا تويح أكثر الأزهار الظاهرة ، والمؤثر الذى يحدثه الفعل التزاوجى يدفع البيضة الى النمو وينتقل مثل هذا التأثير الى أنسجة جدر المبيض فتتولد هذه وتتمدد وتسمح للبرور التى فى جوفها بالنمو . أما متاع الزهرة فيتحوّل الى مرة .

وفضلا عن ذلك فإن فعل الأخصاب كثيرا ما يسبب النمو والتغير فى التخت وقع الزهرة كما فى التفاح والكمثرى والشليك . ومن النباتات المزروعة كأصناف الخيار والعنب والأناناس والبرتقان والموز ما ينتج "ثمرا لا بزرية" إذ تنمو جدر المبايض نموا كبيرا دون أن تتولد معها برة . أما الثمار فى الطماطم

والبطيخ والبرقوق وغالب النباتات فاما أن لاتتولد مطلقا وإما أن تسقط قبل أن تبلغ حجمها الطبيعي بزمان طويل وذلك اذا لم يحدث الأخصاب .

كون نمو البزور يؤثر في نمو الثمرة أمر يرى اذا راقبت نمو زهرة تفاح يكون قد لقح فيها خمس من أسديتها وبقى الباقي غير ملقح . فان "الثمرة" التى تنشأ من مثل هذه الزهرة (التي لم يكمل تلقيحها) تجيء مشوهة إذ تكون ذات جانب واحد أى غير ذات تناظر في شكلها إذ لاتنتج البزور من قربلاتها إلا ما لقحت مياسمه ، ويلاحظ أن جزء "الثمرة" الذى فيه البزور هو الذى ينمو أسرع من الجزء اللابزرى بكثير .

وكذلك الأمر في الطماطم والشليك فانهما اذا لم يكمل تلقيحهما كانت ثمارهما غير منتظمة الشكل ذات جانب واحد .

ويحتاج لأخصاب البيضة الواحدة الى حبة لقاح واحدة ولكن الأزهار تنتج من حبوب اللقاح أكثر مما تقتضيه الضرورة لتلقيح البيضات الكائنة في جوف قربلاتها . على أن هناك بينات تثبت أنه اذا كانت هناك وفرة في اللقاح المرسل على مياسم الأزهار تنبت أنسجة البريكارب (الغلاف الثمرى الكلى) ونمت نموا كبيرا وأصبحت الثمرة تبعا لذلك أكبر منها اذا أرسل على المياسم مقدار من اللقاح أقل .

٥ - التلقيح (Pollination) والأخصاب الذاتى (Self-fertilisation) والأخصاب الخلط (Cross-fertilisation) - يفهم مما سبق أن عملية الأخصاب في النباتات ذات القربلات المقفلة تمام الاقفال تتوقف على ما يسبقها من سقوط حب اللقاح على ميسم قربلة الزهرة . والحبوب اللقاحية وان أمكن دفعها الى الانبات على غير المياسم من أجزاء القربلة فان الأنابيب اللقاحية ليس لها القدرة على اختراق أنسجة القربلة إلا

إذا وضعت على ذلك الجزء المخصص لقبولها وهو الميسم . هذا الانتقال الملائم ، انتقال الحبوب اللقاحية من متوك الأسدية الى مياسم القربلات ، يسمى ”التلقيح“ .

وإذا كان الميسم يتلقى اللقاح من متوك نفس الزهرة قيل للزهرة ”ذاتية التلقيح“ (Self-pollinated) على أنه يغلب أن الميسم في زهرة يصيب لقاحا من زهرة نبات آخر ففي هذه الحالة يقال للزهرة التي تتلقى هذه اللقاح ”ملقحة تلقيحا خلطا“ (Cross-pollinated) .

على أن الأمر يحتاج الى لفظ بسيط للتعبير عن الحالة الوسطى حيث ينتقل لقاح زهرة الى ميسم زهرة أخرى على نفس النبات .

إذا عقب التلقيح الذاتي أخصاب قيل للنباتات ”ذاتية الأخصاب“ (Self-fertilised) أو ”جوارية الأخصاب“ (Close-fertilised) ، أما قولهم ”الأخصاب الخلط“ (Cross-fertilisation) فيطلق على الأحوال التي يكون فيها اللقاح المخصب واردا من زهرة أخرى على نبات آخر من نفس نوع نبات الزهرة الأولى .

وبما أن أعضاء التناسل في أكثر النباتات متجاورة في نفس الزهرة فقد يظن أن الأخصاب الذاتي هو مايجرى عادة بين النباتات الزهرية . نعم ان عددا من النباتات ذات الأزهار المفتحة تخصب أخصابا ذاتيا ومنها ما لا تفتح أزهاره مطلقا كالبنفسج والشعير والأوكساليس فهي لذلك مؤكدة الأخصاب الذاتي ولكن دلت الملاحظات الدقيقة على أن عددا كثيرا من النباتات الزهرية إنما تخصب أخصابا خلطا وقد دلت التجارب على أن النباتات التي تخرج من بزور لقحت أمهاتها من الأزهار تلقيحا خلطا تكون

فى كثير من الأحوال أطول وأجسم وأقوى وأسرع الى انحراج الأزهار وأكثر
نموها من تلك التى تنتج من الاخصاب الذاتى .

ويرى فى النباتات الزهرية كثير من المسائل الطبيعية يقصد منها ترجيح
الاخصاب الخلط على الذاتى أهمها ماأتى :

(١) كون الأزهار منفردة الجنس (Diclinous) غالبا (صفحة ٩٢) أى أن
آلاتها التزاوجية تكون فى أزهار منفصلة سواء كانت هذه الأزهار على نفس
النبات كما فى الخروع والصنوبر والذرة أو على أفراد نباتات مختلفة بعضها عن
بعض كما فى النخل والصفصاف .

(٢) ان كانت الآلات التزاوجية الذكورية والأنثى فى الأزهار المتحدة
الجنس (Monoclinous) متجاورة بعضها من بعض فالغالب أنها لا تبلغ
فى وقت واحد . وتسمى النباتات التى تحمل أزهارا من هذا القبيل "ديكوجامية"
(Dichogamous) .

وهناك صنفان من الأزهار يوجدان على النباتات الديكوجامية أحدهما
(١) الأزهار مبكرة الطلع (Protandrous) أى تلك التى تبلغ متوكها
وتنثر لقاحها قبل أن يكون الميسم فى حالة يصلح معها لاستقباله . وثانيهما
(٢) الأزهار مبكرة المتاع (Protogynous) وهى التى يكون ميسمها صالحا
لاستقبال اللقاح قبل أن تنفتح المتوك وتنثر لقاحها .

والأزهار البروتاندريية كثيرة جدا منها عباد الشمس والفول والجزر
والبقدونس وغالب أفراد الفصيلة الخيمية (Umbelliferae) والبقلية والمركبة
والشفوية (Labiatae) . ففى هذه يأتى اللقاح اللازم لاخصاب الزهرة
من زهرة أخرى أصغر منها عمرا وذلك نظرا لأن لقاحها يكون قد أطلق
قبل أن يتبها الميسم لقبوله .

أما نوع الأزهار المبكرة المتاع فأقل شيوعا من الأولى ومن أمثلته أزهار التفاح والكثيرى ولسان الحمل وبعض النجيليات . فى هذه الأزهار نتلقح المياسم من متوك أزهار تكون قد تفتحت من قبل وتكون متوكها دون البلوغ ومياسمها تامة بالغة .

(٣) فى بعض النباتات المتحدة الجنس الهوموجامية (Homogamous) أى التى تنمو وتنضج آلاتها فى وقت واحد تكون المسافة بين المتوك والميسم او موضعها بعضهما من بعض بحيث يكون انتقال اللقاح من المتوك الى الميسم غير محقق .

(٤) من النباتات ما لا يكون للقاحه أثر مخصب فى البيضات التى تنتج فى نفس الزهرة التى هو منها .

نقل اللقاح — بما أن حبوب اللقاح ليس لها قوة التحرك الذاتية فلا بد من نقلها من زهرة الى زهرة بعامل خارجى .

ففى بعض الأحوال يسبب حيوان القوقع والطيور وكذا تيارات المياه نقل اللقاح من مكان الى مكان ولكن أهم العوامل التى تحمل حبوب اللقاح من زهرة الى زهرة هى :

(١) الريح .

(٢) الحشرات .

وتسمى الأزهار التى تلقح تلقىها خلطا بواسطة الريح ”ريحية التلقيح“ (Anemophilous) أو (Wind-pollinated) فأما الأزهار التى يحدث التلقيح فيها بواسطة الحشرات فتسمى ”حشرية التلقيح“ (Entomophilous) أو (Insect-pollinated) وقد يتجاوزون فتوصف ريحية التلقيح من الأزهار بريحية الاخصاب وحشرية التلقيح حشرية الاخصاب ولكن يجب

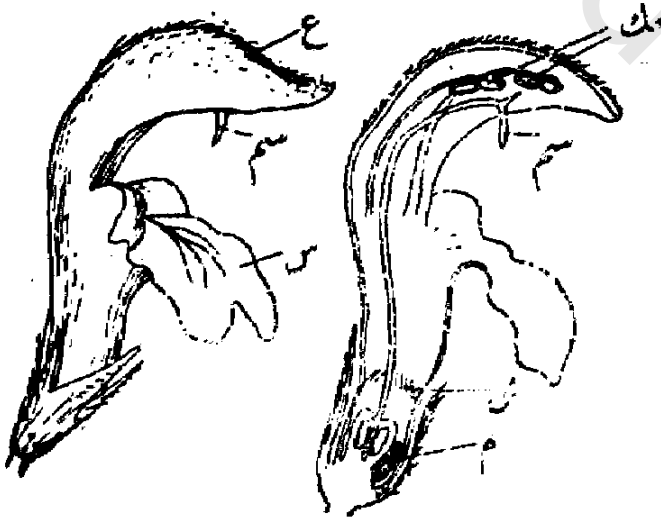
أن يفهم أن وظيفة الريح والحشرات ليست إلا مجرد نقل حبوب اللقاح من متوك زهرة الى ميسم أخرى وأن هذين العاملين ليس لهما دخل مباشر فى عمل الاخصاب الذى يحدث فى البيضة بعد التلقيح .

ومن النباتات التى تتلقح أزهارها بواسطة الريح حشيشة الدينار والعرق المسهل (Dook) وكل النجيليات تقريباً والبرديات وكثير من الأشجار والشجيرات .

وأزهار هذه النباتات صغيرة فى العادة غير ظاهرة ولا رائحة لها ، ثم لا يوجد لها "رحيق" (Nectar) أما حبوب لقاحها فوافرة جداً وسطحها ناعم جاف والمتوك فى كثير من الأحوال خيوط نخيلة طويلة يسهل على النسيم العليل تحريكها . أما مياسمها فالغالب أن تكون كبيرة جداً ريشية الشكل مهياة لاقتناص حبوب اللقاح الطائرة . ومن النباتات ذات الأزهار الحشرية التلقيح الورود والبرسيم ولهذا فى العادة بتلات أو سبلات زاهية اللون ، فاغمة العطر توجد غددها التى تفرز الرحيق ، وهو سائل حلوا المذاق يسمى فى العرف "عسلاً" ، يوجد على أجزاء شتى من الزهرة . أما حبوبها اللقاحية فأقل وفرة من رحيبة اللقاح ، سطحها فى العادة منقح لزج يساعدها على التعلق بعضها ببعض وبأجسام الحشرات . ومياسم هذه الأزهار صغيرة بالنسبة لغيرها وإذا كانت متهيئة للتلقح تخرج أحياناً سائلاً لزجاً تلتصق به الحبوب اللقاحية مباشرة وفيه يسهل انباتها .

وأهم الحشرات التى تغشى الأزهار هى الخنافس والذباب والفرش وأبودقيق والنحل ، يدعوها إليها ما فى الأزهار من لون ورائحة ورحيق بل أنه ليساعد هذه الحشرات على تمييز النوع الذى تريد غشيانه .

وتتغذى الحشرات بالرحيق وإلى حد ما محبوب اللقاح الذي تأخذ بعضه من الأزهار الريحية التلقح التي لا تشتمل على شئ من الرحيق . والنحل وغيره من الحشرات تؤدي أثناء سعيها إلى معاشها خدمة غير مقصودة للنباتات التي تزورها وذلك بإحداث التلقيح الخلط وإذا كان الرحيق مكشوفاً أو سهل الوصول إليه كما في أفراد العائلة الخيمية اجتذب إليه كثيراً من أصناف الحشرات التابعة لعشائر مختلفة . ويزحف كثير منها هنا وهناك فيلقح الأزهار ذاتياً على أن الرحيق في كثير من الأحوال يفرز ويختزن عند قاعدة التويجات الأنبوبية والكؤوس الطويلة أو في أمكنة يصعب الوصول إليها إلا على حشرات كالقراش وأبي دقيق والنحل وهي التي لها خراطيم وألسنة طويلة ، أو تكون ذات شكل أو وزن خاص من الجسم . فالحشرات تمس المتوك في مثل هذه الأزهار أثناء سعيها وبحثها عن الرحيق فيعلق اللقاح بأجسامها . والغالب أن يكون هذا العلوق بنقطة خاصة من جسمها فإذا انتقلت



(شكل ٩٢)

(١) زهرة اللابيوم البوم (٢) قطاع منها : ع = شفة عليا ؛ سم = ميسم ؛ مدة = أسدية ومتوك ؛ ش = حلقة من الشعر ؛ م = مكان الرحيق ؛ س = شفة سفلى .

الحشرة بعد ذلك إلى زهرة أخرى مست هذه النقطة ميسمها فحدث التلقيح الخلط .

ومن أمثلة تهيؤ الزهرة لزيارة النحل الذي هو كبير الجسم ما يرى في زهرة حشيشة اللام

(*Lamium album*)

(شكل ٩٢) . ترى

فى الزهرة تويجا ظاهرا أبيض اللون ذا شفتين ، عليها (ع) مقوسة فهى تمحى اللقاح بتقوسها من أن يكتسحه المطر ؛ كما أنها تمنع المطر من التسرب الى مكان الرحيق الذى هو عند قاعدة المبيض . وإذا غشيت النحلة هذه الزهرة سقطت على الشفة السفلى (س) من التويج ، إذ هى بمثابة مرسى مناسب لها ثم تدفع رأسها فى أنبوبة التويج وبما أن جسم النحلة يكاد يملأ فوهة التويج فإن جسمها إذ يحتك بالمتوك (مك) الموجودة تحت الشفة العليا (ع) يتعفر باللقاح . وإذا أن ميسم الزهرة متدل عن المتوك مسافة ما ، فإن النحلة إذا دخلت زهرة أخرى واللقاح على ظهرها ، مس جسمها ذلك الميسم فحدث اللقاح الخلط . وإذا أقفلت النحلة راجعة تعفر جسمها باللقاح مرة ثانية من هذه الزهرة ، ونقلته الى زهرة ثالثة وهلم جرا . أما خراطيم الذباب وغيرها من الحشرات التى ليست أجسامها من الكبر بحيث تملأ فوهة التويج وتتصل بالمتوك فانها لا تستطيع أن تصل الى الرحيق ، وزد على ذلك أن هناك حلقة من الشعر (ش) موضوعة عبر الجزء الأدنى من أنبوبة التويج تمنع صغار الحشرات أن تسرق الرحيق من الزهرة .

وغالب الأزهار الوحيدة التناظر (Zygomorphic) كالقول والبرسيم والننع وغيرها مهياة تهيؤا غريبا مقصودا منه حدوث التلقيح الخلط بواسطة الحشرات . وكثير من هذه الأزهار إذا منعت عنها الحشرات لا يحدث فيها أنخصاب خلط وعلى ذلك فهى لا تنتج إلا بزورا قليلة فى مثل هذه الظروف وقد لا تنتج شيأ مطلقا .

على أنه لابد من ذكر أنه وإن كان كثير من الأزهار زهار القول الرومى إما أن تكون غير قادرة على انتاج بزور أو تنتج قليلا ، عند تجنب الحشرات ،

فإن غيرها مما هو مهياً تهيئاً خاصاً للتلقيح الخلط بواسطة الحشرات ، والتي تتلقح بهذه العوامل تلقحاً نافعاً ، لها القدرة أيضاً على الأخصاب الذاتي ، وتلجأ إليه عادة إذا ائتم الطقس أو في الأحوال التي يندرفيها وجود الحشرات .
مثال ذلك : أزهار البازلاء والبقول القصير (والفاصوليا) (*Phaseolus Vulgaris*) والدخان فانها تنتج بزورا اذا منعت قصدا عن التلقيح الخلط . وكثير من الأزهار البروتوجينية وهي في حالة الطفولة تكون مهياً للتلقيح الخلط ولكن اذا لم يحدث هذا التلقيح فان مياسمها تستقبل اللقاح في العادة من المتوك المجاورة لها في الزهرة في عهد آخر متأخر من عهود نمو الزهرة .

تج ١٦٢ : الحصى هذه الأزهار الريحية التلقيح — النجيليات والحلفاء ولسان الحمل والعرق المسهل .

- (١) لاحظ فقدان الكأس الظاهرة أو التويج .
- (٢) جفاف اللقاح ورقة جزئياته .
- (٣) اتساع سطح استقبال اللقاح من الميسم .
- (٤) فقدان الرائحة والعسل .

تج ١٦٣ : الحصى الأزهار الآتية التي تلقح بواسطة الحشرات :

الخشخاش والكرنب والبنفسج والقرنفل (*Carnation*) والبطيخ والبقول وأنواع البرسيم وغيرها من النباتات البقلية والشليك والبنفاج والككثري والبرقوق والجمعريض وعباد الشمس والجزر الأبيض والجزر العادي وغيرها من النباتات الخيمية واعمل حفصا عن هذه الأزهار في أدوار مختلفة من نموها ولاحظ :

- (١) هل هي بروتوجينية أو بروتندرية ؟
- (٢) أين يفرز الرحيق ويودع ؟ اذا كان هناك رحيق فقد يكون عند قاعدة الأسدية أو على تحت الزهرة أو المبيض أو في أجزاء من البنتلات والسبلات مبنية خصيصاً لذلك . وكثيرا ما تكون بالبنتلات حواف وخيوط لونية متجهة صوب مستقر العسل في الزهرة فتلوح كأنما وجدت لتكون دليلاً للحشرات الزائرة .

- (٣) عَيْن ما اذا كان هناك مرمى خاصة لوقوع الحشرات الزائرة عليها وحاول أن تعرف ما اذا كان الذى يمس أولا من الحشرات عند زيارتها هو الميسم أو المتوك .
- (٤) راقب الحشرات وهى مشغولة بامتصاص العسل أو جمع اللقاح كلما سنحت لك الفرصة .

٦ — التزاوة التزاوجية (Sexual affinity)، التهجين (Hybridisation) والهجين (Hybrids) — لا يحدث اتحاد تزاوجى مخصب عفوا بين الخلية الذكرية من حبة اللقاح وبين الخلية البيضية الموجودة داخل البيضة التوالدية بل لا بد من وجود ارتباط أو نزاعة تزاوجية بين الأبوين حتى يمكن اتحاد خليتيهما الوالديتين .

على أنه ان كان الاخصاب الذاتى ممكنا وكان بين بعض النباتات عملية طبيعية فإن التجارب تدل على أن لقاح الأزهار فى كثير من الأحوال ليس له أثر مخصب فى الخلايا البيضية من البيض الموجود فى نفس الزهرة التى منها اللقاح أو فى أزهار على النبات ذاته .

وفضلا عن ذلك فالعادة أن الاخصاب بين الخلايا التوالدية من النباتات المختلفة بعضها عن بعض اختلافا كبيرا كالكرنب والبطاطس ، أو الخوخ واللفت لا يحدث مطلقا .

وقد يكون سبب قصور لقاح نبات ما عن أخصاب بيضات نبات آخر فى بعض الأحوال ناشئا عن عجز حبة اللقاح عن انماء أنابيب لقاحية من الطول بحيث تستطيع أن تصل من الميسم الى البيضات الكائنة فى جوف المبيض ، أو أن تقوم أنسجة القلم عائقا ميكانيكيا فى سبيل سير الأنابيب اللقاحية . على أنه يظهر فى بعض الأحوال ان هناك سببا آخر غير مدرك يمنع المادة الحية المكونة للخلايا التوالدية من بعض النباتات من أخصاب

بعضها بعضا . فاذا كان الارتباط بين الخلتين الذكورية والأنثوية قريبا جدًا أو بعيدا جدًا نقصت الخصوبة . ولا بد لانتاج أقوى ذرية مثمرة من أن تكون هناك درجة ما من التباين بين الخلايا التوالدية التي يندمج بعضها في بعض .

ويحدث أخصب اتحاد تراوجي كما سبق الذكر بين الخلايا التوالدية التي تنشأ في أفراد نباتات متباينة من نوع واحد .

فالذرية الحادثة من كل أخصاب خلط تنمو وتنتج عديدا من البزور قادرة على انتاج ذرية لا تقل عنها قوة وبدانة وقد وجد أن الأصناف والسلالات التي من نوع واحد ، وإن اختلفت اختلافا كبيرا كما بين البرى منها والمزروع ، يحدث أخصابها في العادة أخصابا خلطا بسهولة . وعليه فإن الأخصاب الخلط في أصناف مختلفة من القمح والشعير واللفت والتفاح والقرنفل والورد وغيرها من النباتات يؤدى الى انتاج ذرية . والذرية الحادثة من الأخصاب الخلط بين صنفين أو سلالتين من نوع واحد تسمى "سلالات خلط" (Cross breeds) أو "هجن صنفية" (Variety-hybrids) والعادة أن يكون للهجن الصنفية الصفات الآتية :

- (١) أن تكون أكثر ترعرا وأشد ضلابة من أبويها . وجذرها أكثر امتدادا أو انتشارا في العادة وفراخها وأوراقها كبيرة .
- (٢) أن يكون نموها أسرع من أيها . وتزهو مبكرة وتنتج أزهارا أكثر من أيها عدا .

(٣) تكون قوة انتاج البزور قوية وبادرة ذريتها فى العادة شديدة النمو وقد وجد فى كثير من الأحوال أن لقاح زهرة بعينها لا يمكنه أن يلقح بيضة زهرة أخرى تخالفها مخالفة كبيرة ولكن ليس لدينا وسيلة نعين بها ما اذا كان من الممكن أن يحدث أخصاب خلط بين نوعين خاصين من النبات بنجاح بل لا بد لنا من معالجة ذلك بالاختبار الفعلى للبت فى الأمر .

وهناك أمثلة كثيرة على حدوث أخصاب خلط بين أنواع مختلفة من النباتات كما يجرى بين الراسبرى (Raspberry) والبلاكبرى (Black Berry) وبين القمح والشوفان وبين أنواع مختلفة من الشليك (فراجارية) وأنواع شتى من الپلارجونيوم (Pelargonium) والقرنفل (Dianthus) والزجس والفيولا (Viola) والجلاديولاس (Gladiolus) وكثير غيرها من النباتات الزهرية الزينة ويسمى الأخصاب الخلط الموجود بين أنواع متميزة من النباتات "تهجيناً" (Hybridisation) وتسمى ذرية هذا الاخلط "الهجن" (Hybrids) واذا كانت الأنواع المختلطة تتبع جنساً واحداً سميت الذرية أحياناً "هجنًا نوعية" (Species-hybrids) تميزها عن "الهجن الجنسية" (Genus-hybrids) أو "الهجن المزدوجة الجنس" (Bigeneric-hybrids) التى هى ذرية أنواع تابعة لأجناس مختلفة . ولا يعرف من الأخصاب الخلط بين النباتات ما هو تابع لعشائر أو لعائلات متباعدة إلا قليل وقد لا يوجد بته بل الهجن الجنسية لا توجد إلا نادراً بالقياس الى غيرها والعادة أن الأنواع القريبة بعضها من بعض هى التى يسهل تهجينها .

والظاهر أن هناك أنواعا من بعض العائلات تميل بطبعها الى التهجين وأصدق ما يرى ذلك في العائلة المركبة والعائلة السوسنية (Iridaceae) والعائلة (Scrophulariaceae) الشخصية .

أما في العائلة الصليبية والبقلية والخيمية فالهجين غير شائع .
وتظهر على الهجين الناتج من أنواع متميزة من النباتات الصفات الآتية :

(١) اذا كانت الأبوان يختلفان بعضهما عن بعض اختلافا كبيرا كانت ذريتهما في العادة غضة صعبة التربية ولكن اذا كان الأبوان أقرب نسبة بعضهما الى بعض كانت الذرية في الغالب أطول وأقوى وأشد ترعمرعا في أعضائها الخضرية من أبويها .

(٢) الهجين ، في كل الأحوال تقريبا أقل خصوبة من أبويه : آلاته التزاوجية ضعيفة بل يغلب أن تكون عقيمة عقما يستحيل معه تكوين البزور وقد لا يظهر عليه في بعض الأحوال الميل أو القوة إلى إنتاج أزهار . فاما ما ينتج أزهارا وبزورا فالعادة أن تكون حبوب اللقاح فيه أصغر حجما وأقل عددا منها في أبويه وتكون البيضات غير كاملة التكوين كثيرا أو قليلا . والآلات الذكرية التوالدية أسرع إلى التأثر بالضرر من الآلات الأنثوية .

(٣) العادة في البتلات والأجزاء الملونة من الزهرة أن تكون أكبر وأبقى منها في الأبوين . وأن يكون ازدواج الأزهار وغيره من التشوهات المرضية أشيع في الهجين منها في أبويه .

(٤) فى النسيلة الأولى الحادثة من بزور حاصلة من تلقيح أنواع متميزة تلقيحا خاطا تكون جميع الأفراد النباتية فى أغلب الأحيان مماثلة بعضها لبعض وتشبه الأبوين كليهما . وتكون صفاتها من حيث صورة الجذر والساق والورقة والزهرة وحجمها جميعا حدا وسطا بين الأب والأم .

فأما أفراد الانسال الثانية أو ما بعدها أى الذرية التى تنشأ من التلقيح الذاتى أو التلقيح الخلط لأزهار المهجين فإنها تختلف فى صورتها وفى غير ذلك من الأمور اختلافا كبيرا . فهى لا تشبه بعضها بعضها كما تشابه أفراد النسيلة الأولى فقد يشبه بعض هذه الأفراد أمه مشابهة تامة وبعضها أباه وكثير منها تجتمع فيه صفات الأبوين متحدة الى درجات مختلفة . وفضلا عن ذلك فإن كثيرا ما ترى فى الانسال الهجينية التى تأتى بعدها ، صفات جديدة لا توجد فى أى الأبوين .

(٥) يكون التهجين فى العادة متناوبا وإن لم يكن هذا دائما . فإن كان لقاح النوع (١) مثالا يؤثر فى بيضات نوع آخر (ب) كان لقاح النوع (ب) فى العادة يؤثر فى بيضات النوع (١) نفس تأثير ذلك .

وفى أغلب الأحيان لا يرى فرق فى ذرية الأخلط المتناوبة . وقد لوحظ أيضا فى أخلط بعض الأنواع أن يشبه المهجين الناتج أحد النوعين أكثر من مشابهته الثانى دائما ولا عبءة بما إذا كان هذا النوع متخذنا أبا أو أما للخلط .

ويسهل أخلط كل المهجن تقريبا بلقاح مأخوذ من أحد نوعى أبويه أكثر مما يؤخذ من أزهاره هو أو من أزهار هجين آخر أصله أصل المأخوذ له . وتسمى الذرية الحادثة من مثل هذا الأخلط " هجنا مشتقة " .

(Derivative Hybrids) وأغلب الهجن المشتقة حدود وسطية بين الأب والهجين الأصلي فهي أكثر إثمارا من هذا الهجين . وبعضها يأتي من البزور أشبه بأبيه فإذا كانت هذه الهجن تلقح ثانيا من لقاح الأب نفسه فإن الذرية الثالثة تشابه الأب ، الذي استمد منه اللقاح ، أكثر من سواه .

وبإعادة الاخلاط مع نفس الأب الى النسيلة الرابعة أو الخامسة يضع كل أثر للأب الثال أصلي للهجين أو يصبح غير مدرك في ذريته ويمكن اخلاط الهجن الصادقة بأنواع أخرى تخالف الأبوين ويمكن اخلاط الذرية بنوع آخر يخالف لها مخالفة تامة وهذه الذرية تسمى ”هجن ثلاثية النوع“ . (Trispecific Hybrids) بهذه الطريقة أمكن الحصول على نباتات اجتمعت فيها صفات ثلاثة أنواع أو أربعة أو أكثر . وذرية مثل هذه النباتات المختلطة شديدة الاختلاف بعضها عن بعض .

التلقيح الصناعي — طرق اخلاط النباتات : كثير من النباتات كالبطيخ والخوخ والطماطم والباذنجان التي لا تخرج أثمارا حتى تخصب البيضات يجب أن تلقح تلقيحا خطا صناعيا اذا زرعت في صوبة من الزجاج وأجبرت على الأزهار في أوائل الربيع أو في أي أوان آخر من السنة لا تكون فيه الحشرات الملقحة كثيرة .

تجرى العملية بنقل اللقاح الى مياسم الأزهار بواسطة فرشاة من صوف الجمال أوريشة من حشيشة البامبس (Pampas Grass) أو بقطعة من ذنب الأرنب مربوطة بعصى صغيرة .

وفي الطماطم والخوخ وغيرهما من النباتات ذات الأزهار المتحددة الجنس قد يكفي مجرد هز النباتات لتوزيع اللقاح توزيعا صالحا ولكن خير طريقة لتلقيح

الخلوخ والبطيخ أن يجمع اللقاح من المتوك بواسطة فرشاة من صوف الجمال ووضع الفرشاة وهى ممتلئة من اللقاح على مياسم الأزهار ويحسن لتلقيح الطماطم أن يهز شئ من اللقاح من كثير من الأزهار ويجمع فى زجاجة غطاء الساعة أو ملعقة ثم تغمس مياسم الأزهار المراد تلقيحها فى ذلك .

وفى البطيخ حيث تكون الأزهار مستقلة الجنس تقتطف الأزهار السداتية أحيانا من النبات وبعد طى التويج الى الوراء يسمح المتك المكشوف على مياسم الأزهار القربلية المقصود تلقيحها أو توضع زهرة مذكرة فى تويج الزهرة وتترك كذلك ولا شك أنه لا بد فى هذه الأحوال وغيرها من أن تكون المتوك فى حالة انفقاح (أى انفتاح) حتى تكون حبوب اللقاح مستوفاة النمو سهلة الانحراج ويجب أن تكون المياسم فى حالة استقبال .

وإذا أريد اخلاط أو تهجين صنفين أو نوعين خاصين من النباتات ذات أزهار حثى وجب أن يشرع فى ذلك باحتراس أكثر مما يستوجب ذلك فتدخبل لهذه العملية زهرة أو أكثر مما يوجد على النبات الذى يتخذ أما أو حاملا للبزور ويمنع أن يصل الى مياسمها أى نوع من اللقاح إلا ما كان من النبات الذى يراد أن يتخذ أباً ولا بد قبل محاولة اخلاط نباتين من درس بنية ازهارها من حيث عدد آلاتها التزاوجية وموضعها وتعرف ذلك تعرفاً صحيحاً ، وتبين ما اذا كانت هذه الأزهار بروتندرية أو بروتوجينية . وفضلاً عن ذلك فإنه يجب معرفة مظهر المياسم عند ما تنهى لتقبل اللقاح وكذا طريقة انفقاح (انفتاح) المتوك وأوانه عند ما يبلغ اللقاح . فإن لهذا كله فائدة عظيمة .

وإذا كانت سطوح استقبال اللقاح من المياسم بالغة كانت رطبة أو لزجة وفى بعض الأحوال تتضخم وتظهر خشنة الملمس ومغطاة بنتوءات صغيرة اذا

هى نظرت بعدسة . واذا كانت المياهم ثنائية الفصوص كان النصفان اللذان يكونان إذ ذاك غير ناضجين ملاصقا بعضهما لبعض فاذا بلغا افترقا والتوى كل منهما الى الخارج .

وتفصيل طريقة الأخصاب الخلط الفعلية تختلف باختلاف بناء الأزهار التى يراد اجراء العملية عليها وتتوقف على نظامها وكذا على ذوق من يجرى العملية ورأيه الى حد ما . والطريقة الآتية تؤدى الى نتائج محققة مرضية :

(١) انتخب أولا الزهرة التى يراد أن تكون حاملة للبزور ويجب أن يحصل هذا الانتخاب قبل أن تفتح الزهرة وقبل أن تكون متوكها على حالة من البلوغ تسمح لها بنثر لقاحها وإلا فقد يكون التلقيح الذاتى أو الخلط بواسطة الريح أو الحشرات قد حصل .

واذا كانت الأزهار عديدة ومتلاصقة كما هو الحال فى أزهار التفاح والقمح وجب أن تخلط منها واحدة أو اثنتان فقط فأما الباقى فيزال حتى يكون لدى الزهرة الخلطة فرصة للنمو والتكشاف أنسب لها .

(٢) افتح الزهرة وأزل الأسدية باحتراس بواسطة جفت دقيق الأطراف وذلك بأن يقبض على كل سداة من خيطها حتى لا تهرس المتك فتعرض لقاحها للانتشار واذا كانت الأسدية فوق البتلات حسن قطع الكأس والتويج والأسدية بمقص دقيق وإياك أن تمس قلم الخدر أو ميسمه أو تؤذيه . وبعد عملية الحب هذه أى ازالة الآلات التزاوجية المذكورة ، يجب حبس الزهرة أو الفرخ الحامل لها فى كيس من الورق يربط عند فمه حتى يمنع دخول الحشرات اليها ويحول دون التلقيح الريحى . ثم يترك الميسم حتى يبلغ وذلك يستغرق فى العادة يومين أو ثلاثة تبعا لسن الزهرة عند حبسها .

(٣) اذا كان الميسم متهيئاً للقاح فأزل بعض أسدية بالغة من أزهار النبات المأخوذ أبا للخلط المقصود وبعد هرس المتك بلطف على ظفر الأصبع بقصد اطلاق حبوب اللقاح انقلها بواسطة جفت الى الميسم . وللتأكد من دقة هذه العملية يجب أن تكون الزهرة التى أخذ منها اللقاح قد أودعت كيساً من الورق كما سبق الوصف وسمح لها بالانفجاح فيه .

فأما اذا أهمل هذا الاحتياط وأخذت الأسدية حيثما اتفق من أزهار متفتحة على الأب فلا يمكن أن يتأكد من حدوث الخلط المقصود إذ ربما كان قد وصل اليها لقاح غريب بواسطة الريح والحشرات .

(٤) ويجب بعد حدوث التلقيح أن تحبس الزهرة ثانياً فى كيس من الورق وتحفظ فيه حتى يتم اخصاب البزور وتبدأ الثمرة فى النمو . عندئذ يمكن ازالة الكيس والترخيص للثمرة والبزور بالنضج كالمعتاد . ويجب فى الأثمار التى كالتفاح والكثيرى أن تجمى الثمرة الرخوة أثناء النضج بواسطة كيس من الشاش أو ما مائل ذلك .

ملحق للفصل الثانى والعشرين

قوانين الوراثة المندلية

(MENDALIAN LAWS OF INHERITANCE.)

١ — اتجهت الأنظار منذ سنة ١٩٠٠ الى القيام بتجارب عن خصال المهاجين أى الأخلاط المستولدة من أصناف من النباتات وعن خصال ذريتها وقد اهتمدى جريجور جوهان مندل (Gregor Johann Mendel) فى ألمانيا

(٣) اذا كان الميسم متهيئاً للقاح فأزل بعض أسدية بالغة من أزهار النبات المأخوذ أبا للخلط المقصود وبعد هرس المتك بلطف على ظفر الأصبع بقصد اطلاق حبوب اللقاح انقلها بواسطة جفت الى الميسم . وللتأكد من دقة هذه العملية يجب أن تكون الزهرة التى أخذ منها اللقاح قد أودعت كيساً من الورق كما سبق الوصف وسمح لها بالانفجاف فيه .

فأما اذا أهمل هذا الاحتياط وأخذت الأسدية حيثما اتفق من أزهار متفتحة على الأب فلا يمكن أن يتأكد من حدوث الخلط المقصود إذ ربما كان قد وصل اليها لقاح غريب بواسطة الريح والحشرات .

(٤) ويجب بعد حدوث التلقيح أن تحبس الزهرة ثانياً فى كيس من الورق وتحفظ فيه حتى يتم اخصاب البزور وتبدأ الثمرة فى النمو . عندئذ يمكن ازالة الكيس والترخيص للثمرة والبزور بالنضج كالمعتاد . ويجب فى الأثمار التى كاللقاح والكثير أن تجمى الثمرة الرخوة أثناء النضج بواسطة كيس من الشاش أو ما مائل ذلك .

ملحق للفصل الثانى والعشرين

قوانين الوراثة المندلية

(MENDALIAN LAWS OF INHERITANCE.)

١ — اتجهت الأنظار منذ سنة ١٩٠٠ الى القيام بتجارب عن خصال المهاجين أى الأخلاط المستولدة من أصناف من النباتات وعن خصال ذريتها وقد اهتمدى جريجور جوهان مندل (Gregor Johann Mendel) فى ألمانيا

الى عدة ملاحظات مهمة حوالى سنة ١٨٦٦ ولكن نتائج أعماله المنشورة وقوانينه فى الوراثة المشتقة من هذه الأعمال لم يلتفت اليها حتى سنة ١٩٠٠ حين اكتشف ديفريز الهولاندى وكورانس الألمانى وتشيرماك النمساوى حقائق فى هذا الصدد تشبه ما توصل اليه "مندل".

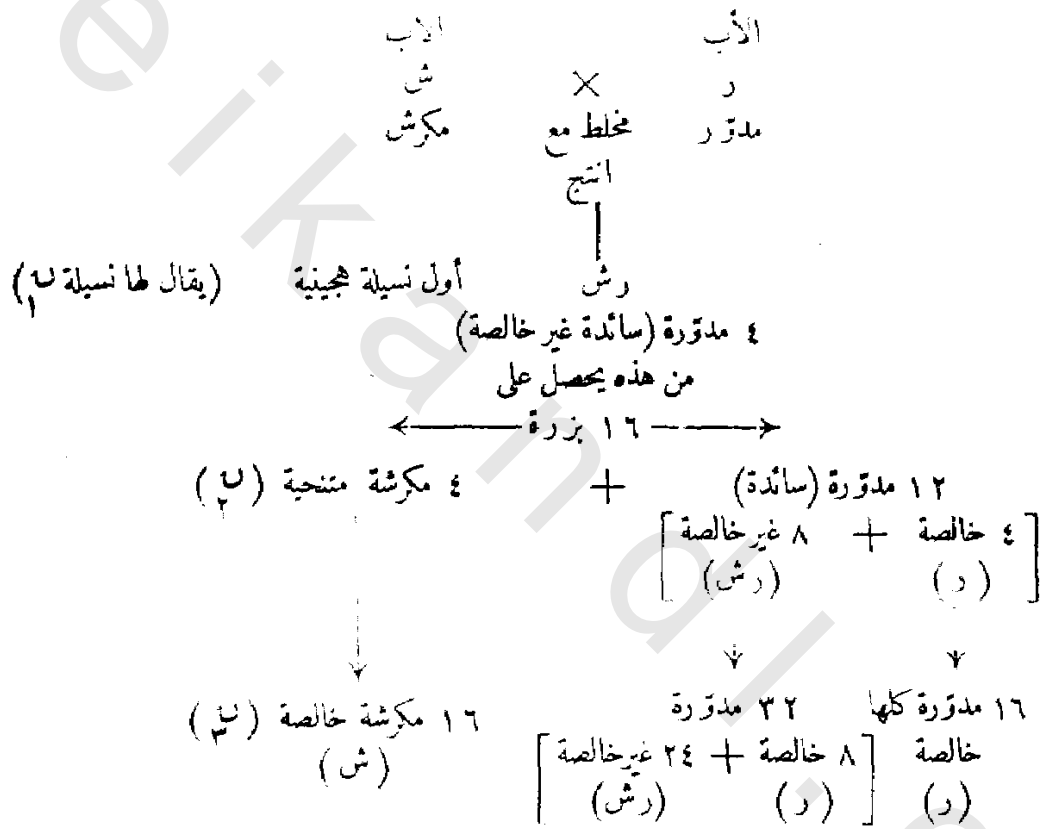
وقد كان معظم اشتغال "مندل" بالبازلاء العادية فاخط عدة أصناف يختلف بعضها عن بعض فى خصلة بسيطة أو فى زوج من الخصال ومن تجاربه أنه أخط صنفًا من البازلاء بزرتة مدورة ناعمة بصنف آخر بزرتة مكشمة مفرضة فوجد أن ذريتهما تركبت من نباتات لم تحمل إلا بزورا مدورة ناعمة فأما خصلة التكرش التى فى نبات الأب المخط فلم ترفى الهجين الناتج . وقد سمى الخصلة التى ظهرت فى ذرية الخلط الأول "سائدة" (Dominant) وأما الخصلة التى لم تظهر فسمّاها "متنحية" (Recessive) والبزور الناشئة من أخصاب أزهار الهجين المدور البزور أخصابا ذاتيا لم تنتج بازلاء مدورة البزور فقط بل أنتجت نباتات مكشمة البزور أيضا .

وقد وجد أن عدد البزور التى ظهرت عليها خصلة الاستدارة السائدة كان ثلاثة أمثال البزور التى بدت عليها خصلة التكرش المتنحية .

واستمر "مندل" فى توليد نباتات من هذه البزور عدة أنسال فوجد أن البزور المكشمة أنتجت ذرية تشبهها وكانت من حيث الخصلة المتنحية خالصة كالأب الأصل ولم تخرج بزورا مدورة مطلقا .

أما البزور المدورة فكان مسلكها مختلفا عن تلك . وذلك أن بذرة من ثلاثة منها أنتجت ذرية تشبهها . وكانت خالصة من حيث الخصلة السائدة ولكن اثنتين من البزور المدورة فى كل ثلاثة منها أنتجت ذرية حملت بزورا

مدورة وبزورا مكرشة وكانتا هجيناً كالمخلوط الأول وكانت نسبة البزور المدورة الى المكرشة منها التى أنتجت هذه البزور ٣ الى ١
واذا فرضنا أن كل نبات ينتج ٤ بزور مثلاً كان الجدول الآتى يبين نسبة كل نوع ناتج فى ثلاثة أنسال متوالية :



٢ — أما أن فى خصال النباتات ما يسود على غيره اذا أخلطت فقد كان معروفاً قبل عهد "مندل" كما أنه كان يعرف أن فى نسيلة أى ذرية الأخلاط المتأخرة ما يحصل منه على أفراد تحمل من خصال الأب ما لم يكن ظاهراً فى النسيلة الأولى ولكن متوسط نسبة عدد كل منها الى الآخر لم يلاحظ من قبل .

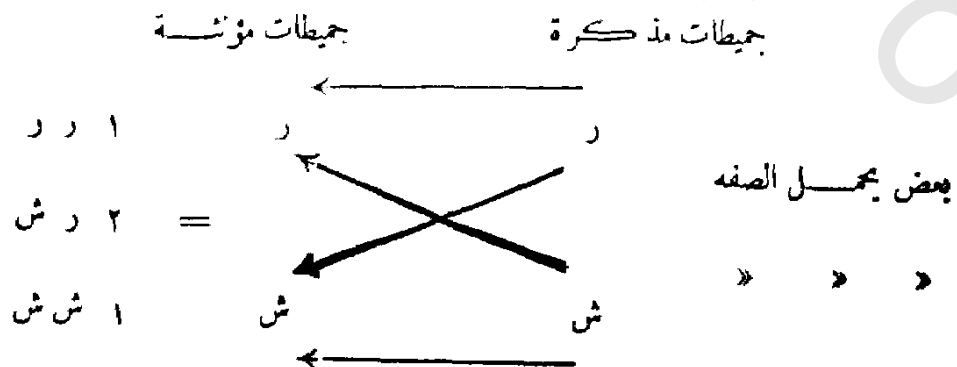
وأهمية عمل "مندل" هى فى شرحه للحقائق التى قدمها .

فقد قدم لنا نظرية فرضية مؤداها أنه إذا وجدت خصلتان تخرج أحدهما الأخرى أو تعارضها كانت كل خلية من خلايا الهجين التوالدية، أى البيئة سواء كانت ذكرا أو أنثى، تحمل خصلة واحدة فقط لا الخصلتين معا. أى أن كل جميطة فردية من هجين إما أن تحمل الخصلة السائدة من الأبوين الأصليين وإما أن تحمل المتنحية لا كليهما .

والنبات الهجين الناتج من اتحاد خليتين توالديتين أحدهما من بازلأ بزورها مدورة والأخرى من ذات بزور مكشدة يشتمل على كل من هاتين الخصلتين وإن لم تكونا فيه ظاهرتين أما خلاياه التوالدية فلا تحمل إلا خصلة الاستدارة أو صفة التكرش فى حالة خالصة ، وعليه فحبوبه اللقاحية وبيضاته أو النوى التناسلى فيها إما أن تكون من المدور الخالص أو المكش الخالص وفضلا عن ذلك فإن "مندل" فرض أن عدد الخلايا الذكرية (والخلايا الأنثية) التى تحمل خصلة الاستدارة هو فى المتوسط يساوى عدد الخلايا الحاملة لخصلة التكرش .

وعلى هذه الفروض يمكن فهم نتيجة الاتحاد اذا لم يسمع إلا بالاخصاب الذاتى ، مما يأتى :

نبات هجين ناتج من أخلاط اب يحمل بزورا مدورة (ر) بأب يحمل بزورا مكشدة (ش) يحرز :



لكل جمطية مذكرة تحمل خصلة (ر) الاستدارة فرصة ملاقاتة جمطية تحمل ر أو ش . فاذا قابلت (ر) أنتج النبات بزورا مستديرة وكانت تامة النقاء (ر ر) بالنسبة لخصلة الاستدارة أما اذا قابلت جمطية تحمل ش كان النبات الناتج هجيناً لا ينتج شبهه .

وعلى ذلك نرى أنه فى المتوسط يتكون من المحيطات المذكرة التى تحمل صفة الاستدارة والتى تتحد اعتسافا مع المحيطات المؤنثة الموجودة ما يأتى :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نباتات ر ر خالصة} \\ \text{» ر ش هجينة} \end{array} \right. \text{ بنسبة } 1 \text{ ر الى } 1 \text{ ر ش}$$

وكذلك نحصل من المحيطات المذكرة المحرزة لخصلة التكرش (ش) ما يأتى :

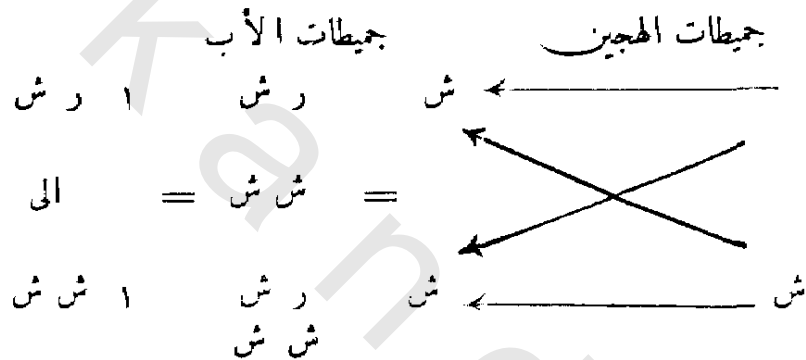
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نباتات ش ش خالصة} \\ \text{» ر ش هجينة} \end{array} \right. \text{ بنسبة } 1 \text{ ش الى } 1 \text{ ر ش}$$

فاذا كان اتحاد المحيطات اتحادا معتسفا فيه وكان عدد الخلايا التزاوجية المذكرة والمؤنثة التى تحمل كل منها خصلة ر أو ش وحدها واحدا، جاءت هذه النتيجة النسبية :

١ نبات	٢ نبات	١ نبات
ش ش	ر ش	ر ر
—————	—————	
متنجى	سائد	

وبما ان خصلة الاستدارة هى السائدة على خصلة التكرش فان النباتات الهجينة غير الخالصة تلوح مثل النباتات الخالصة (ر ر) وعلى ذلك تكون

فلما أخلط الهجين بالأب الحامل لخصلة التكرش بدلا من اخصابه اخصابا ذاتيا كانت الذرية مكونة من بازلاء بعض بزورها مدور وبعضها مكش نسبة واحدة وهو ما يترتب أيضا على نظرية "مندل".



٣ - الحصول التي يخرج بعضها بعضا أو يناقضه كالاستدارة والتكثش في البازلاء تسمى "زوجا من الأليلومورفات" (Allelomorphs) .
والخلية التي تنشأ من اتحاد خليتين توالديتين مختلفتين تسمى "زيجوتا" (Zygote) .

ويسمى النبات الذي ينشأ من اخصاب خليتين تزاوجيتين تحملان اليومورفات بعضها شبه بعض "هوموزيجوتا" (Homozygote) أى متشابهة الجاميطات (رر مثلاً) .

فأما اذا كانت الحاصل الاليلومورفية متضادة فيسمى النبات الناتج منهما "هيتروزيجوتا" أى مختلف الجاميطات (Heterozygote) مثل (رش) .

٤ - هذا وقد وجد بالتجارب أن ما يأتى يسلك مسلك الأزواج الاليلومورفية من الحاصل .

متحية	سائدة	في
عادة القصر	عادة الاستطالة	البازلاء
اخضرار الفلقة	اصفرار الفلقة	
ابيضاض الجلدة	اسمرار الجلدة	
تكش الزور	استدارة الزور	
وجود السفا (Awans)	غياب السفا	القمح
نعومة الأتب (Chaff)	خشونة الأتب	
ابيضاض الأتب	احمرار الأتب	
سكرة الأندوسبرم	نشوية الأندوسبرم	الذرة
النومة	الشعرية	الليسنس (Lychnis)
بتلات مفصصة	بتلات سوية	الخلند (Chelidonium Majus)
قصر القلم	استطالة القلم	الاونوثر (Enothera)
استدارة حبوب القحاح	بيضية حبوب القحاح	الجلبان
الأزهار البيضاء	الأزهار الملونة	كثير من النباتات

بعد معالجة "مندل" نباتات من البازلاء تختلف في زوج من الحاصل عمد الى أخلاط أصناف منها فيها زوجان من الاليلومورفات وعين توزع الملامح الأبوية في الذرية .

إذا اختلطت بازلاء مدورة ذات فلقات خضراء بأخرى ذات تكرش وفلقات صفراء كان عندنا زوجان من الأليلومورفات ؛ (١) زوج مدور ومكش و (٢) زوج أخضر وأصفر .

- | | | |
|-------|-----------------|-------------------------|
| (١) | البزور المدورة | تسود على البزور المكشوة |
| (٢) | الفلقات الصفراء | » » الفلقات الخضراء |

هنا يرى أن الخلط الأول أى النسيلة (٣) يشتمل على بازلاء صفراء مستديرة فقط .

وبحدوث الاخصاب الذاتى يحصل على النسيلة (٣) . وهذه النسيلة تعطى أربعة أصناف من البازلاء هى :

- | | | | |
|-------|-----------|-------|----------|
| (١) | مدور أصفر | (٣) | مكش اصفر |
| (٢) | » أخضر | (٤) | » أخضر |

على النسبة الآتية :

٣ : ٣ : ١ :

مدورة صفراء مدورة خضراء مكشوة صفراء مكشوة خضراء

واثنان من هذه الأصناف يشبهان أباهما الأصلى فى المظهر ، وفضلا عن ذلك فقد حصل على صنفين جديدين من البازلاء أحدهما أخضر مكش وثانيهما مدور أصفر .

وإذا رجعنا الى نظرية "مندل" الفردية كانت هذه النتيجة من حيث لون البزور ونسبة أحد النوعين الى الآخر كما يتبين لك من هذا الرسم .

أب اب
مر ص × ش غ
مدور أصفر مكرش أخضر

مر ص ش غ ن ١ نسيلة

أى بازلاء صفراء مدورة مادامت الاستدارة والصفرة تسودان على التكرش
والخضرة على التناظر فتكون جملطات الهجين كما يأتى :

ذكر	أنثى
مر ص	مر ص
مر غ	مر غ
ش ص	ش ص
ش غ	ش غ

وللجملطات المذكورة مر ص فرص متساوية من مقابلة مر ص أو مر غ
ش ص أو ش غ .

وكذلك مر غ فرص متساوية من مقابلة مر ص أو مر غ
ش ص أو ش غ .

وكذلك ش غ فرص متساوية من مقابلة مر ص أو مر غ
ش ص أو ش غ .

وكذلك ش غ فرص متساوية من مقابلة مر ص أو مر غ
ش ص أو ش غ .

وترى الاتحادات الممكنة في الجدول الآتي :

جـمـيـطـات مـذـكـرة

جـمـيـطـات	ر ر ص	ر ر غ	ش ص	ش غ
مؤنـثـة	ر ر ص ١	ر ر غ ١	ش ص ١	ش غ ١
ر ص	ر ر ص	ر ر ص	ر ر ص	ر ر ص
ر غ	ر ر ص ١	ر ر غ ٢	ش ص ١	ش غ ٢
	ر ر غ	ر ر غ	ر ر غ	ر ر غ
ش ص	ر ر ص ١	ر ر غ ١	ش ص ٣	ش غ ٣
	ش ص	ش ص	ش ص	ش ص
ش غ	ر ر ص ١	ر ر غ ٢	ش ص ٣	ش غ ٤
	ش غ	ش غ	ش غ	ش غ

(١) فالمرقم (١) الذي يحدث فيه ر ر ص يكون كل أفرادـه سـواء في المظهر . أى بازلاء مدورة صفراء اذ الاستدارة والصفرة خصـلتان سائدتان ويوجد من هذا الفريق تسعة .

(٢) ثلاثة مرقمة (٢) هى ر ر غ ر غ ٦ ش غ ر غ ٦ ر غ ش غ تكون بازلاء مدورة خضراء إذ أن المدور سائد على المكش ٦ ص غائب .

(٣) ثلاثة مرقمة (٣) هى ش ص ش ص ٦ ش غ ش ص ٦ ش ص ش غ وتكون بازلاء مكشـة صفراء . إذ أن الاستدارة غائبة والصفرة سائدة على الخضرة .

هذه النظرية الفرضية نظرية تميز الحصول الوراثية تساعد جهود مربى النباتات مساعدة كبرى من حيث انها تدل على السبيل التي ينبغي أن يسير فيها

الإخلاط لأحداث الاتحاد المرغوب في نبات واحد ، من خصصال لا توجد إلا في أصناف متفرقة وتجعل الانتخاب المرئي لما يريد من بين ذرية الإخلاط ، للحصول على النتيجة المرغوبة ، أبسط وأقوم من ذى قبل .

٧ — وقد عرف من زمان طويل بين المهيجنين أن بعض الأصناف المخاطة من النباتات التي تبدو عليها خصصال تخالف الأب أو الأم لا يمكن تثبيتها فإذا أخصبت بعد ذلك أخصابا ذاتيا لم تر الحصلة الجديدة في الذرية كلها بل يوجد كثير من الأفراد الشاردة (Rogue) التي يجب اقتلاعها . أما الضرب الجديد فقد ظهر أنه لا يمكن تثبيته بأى مجهود من الانتخاب أو الأخصاب الآتى .

هذه الاشكال الميجينية في العادة زيجوتات غير متشابهة ولا بد لها تبعا لنظرية "مندل" من أن تنقسم الى ٢٥ في المائة من صنف الأب و ٢٥ من صنف الأم أما الخمسون الباقية فتبقى هجنا .

والمندلية كذلك تفسر كثيرا من أشكال الارتداد (Reversion) . بعض الأفراد المرتدة التي تظهر بين ما يظن أنه عترة (Stock) فيما يقال نقية منتخبة ليست إلا منتجيات لم تنتج لها فرصة الظهور مطلقا . قد يكون أغاب العترة المنتخبة المذكورة نقية حسب رأى "مندل" ولكن اذا كان بعضها غير نقى ولم يشتمل على الحصلة المنتخبة فان هذه الحصلة لا ترى إلا عند حدوث الإخلاط بين أفراد محرزة نفس الحصلة المنتخبة وقد تكون الفرص الملائمة لهذا الظهور بعيدة جدا نظرا لكثرة عدد الأفراد النقية التي اختلطت بها أفراد غير نقية .

مثل هذه الأفراد المرتدة جدرة أن تنتج شبيهها اذا هى أخلطت بعضها ببعض أو أخصبت اخصابا ذاتيا وهذا ما يحدث أحيانا .

وهناك أنواع أخرى من المرتدة لا تنتج شبيهها فيما بينها فى النسيلة الأولى (٣) ولكنها بالرغم من ذلك تحدث مقدارا صغير النسبة المئوية ينتج شبيهه بالنسبة للصفة المرتدة فى النسيلة الثانية (٣) وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون ذات طبيعة زيجوتية مختلفة وترى هذه الأحوال فيما يسمى "الارتداد بالاخلاط" ويمكن تفسيرها على الطريقة المندلية ولكن اذا أريد التوسع فى دراستها فلا بد من الرجوع الى المطولات التى لا تزال تكتب عن هذا الموضوع .

الفصل الثالث والعشرون

النباتات المزروعة وأصلها — تربية النباتات

١ — لم يزل الانسان من قديم الأزل يستمد كثيرا مما يقوم بأوده من عالم النباتات . فانه لما كان على الفطرة كان يسعى فى مناكب الأرض يغتذى بجذور كثير من أنواع النباتات الوحشية وسوقها وأوراقها وثمارها وبزورها كما يفعل أحط المتوحشين فى زماننا هذا . فلما استقر به المقام وزاد تعداد أفراده بدت له الحاجة الى انتخاب ما كان من النباتات ملائما له نافعا وزرعه بالقرب من محله حتى يكون له مورد مضمون دائم من الغذاء .

ولكنا لاندري من البادى فى ذلك ولا فى أى عهد من عهود تاريخ الجنس البشرى كان هذا الانتخاب ولا أول زرع لمختلف النباتات الوحشية التى

مثل هذه الأفراد المرتدة جدرة أن تنتج شبيهها اذا هى أخلطت بعضها ببعض أو أخصبت اخصابا ذاتيا وهذا ما يحدث أحيانا .

وهناك أنواع أخرى من المرتدة لا تنتج شبيهها فيما بينها فى النسيلة الأولى (٣) ولكنها بالرغم من ذلك تحدث مقدارا صغير النسبة المئوية ينتج شبيهه بالنسبة للصفة المرتدة فى النسيلة الثانية (٣) وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون ذات طبيعة زيجوتية مختلفة وترى هذه الأحوال فيما يسمى "الارتداد بالاخلاط" ويمكن تفسيرها على الطريقة المندلية ولكن اذا أريد التوسع فى دراستها فلا بد من الرجوع الى المطولات التى لا تزال تكتب عن هذا الموضوع .

الفصل الثالث والعشرون

النباتات المزروعة وأصلها — تربية النباتات

١ — لم يزل الانسان من قديم الأزل يستمد كثيرا مما يقوم بأوده من عالم النباتات . فانه لما كان على الفطرة كان يسعى فى مناكب الأرض يغتذى بجذور كثير من أنواع النباتات الوحشية وسوقها وأوراقها وثمارها وبزورها كما يفعل أحط المتوحشين فى زماننا هذا . فلما استقر به المقام وزاد تعداد أفراده بدت له الحاجة الى انتخاب ما كان من النباتات ملائما له نافعا وزرعه بالقرب من محله حتى يكون له مورد مضمون دائم من الغذاء .

ولكنا لاندري من البادى فى ذلك ولا فى أى عهد من عهود تاريخ الجنس البشرى كان هذا الانتخاب ولا أول زرع لمختلف النباتات الوحشية التى

جاءت منها أهم نباتاتنا الغذائية. وقد دلت أبحاث دى كاندول (De Candolle) وغيره أن أغلب خضراواتنا الشائعة وفواكهنا وغلالاتنا كانت في مجرى الزرع أبد عدة مئات من السنين وفي بعض الأحوال عدة ألوف، تنوعت في أثنائها تنوعا كبيرا .

أجل، إن الوحشى من أنواع الحنطة والذرة والبقول العريض وقليل غيرها مما جاءت منه الأنواع الحديثة غير معروف. ولكن الصورة الأولى من مختلف النباتات الحقلية والبستانية ممكن معرفتها معرفة أكيدة أو شبيهة بذلك فانه عند مقارنة الأنواع المزروعة بالأنواع الوحشية يلاحظ أن الأولى تختلف عن الثانية في أنها أشمل لمظاهر الترقى وفي تحسن طعم تلك الأجزاء التي من أجلها زرعت نباتاتها . فاما الأجزاء الباقية فتكون على حالها تقريبا في نوعها الوحشى والمربى كالتمفاح والكمثرى والبرقوق والشليك وغيرها من النباتات التي تزرع طلبا لثمارها فانك لتجد أن أزهارها وسوقها وأوراقها مشابهة لأمثالها في الوحشى منها ولكن ما أشد ما بين أثمارها من الاختلاف .

فأما في أحوال النباتات التي تزرع طمعا في جذورها فقط ، فانك لا تجد أكثر مظاهر الشرود عن الأصل الوحشى إلا في الجذر ، ويمكن مشاهدة ذلك بمقارنة الجذور والسوق والأوراق والأزهار من نبات الجذر الوحشى بالجذر المربى بالزراعة .

يلاحظ أن للصفات الخاصة التي تميز النباتات المزروعة عن النباتات الوحشية علاقة بازدياد نفعها لبني الانسان وأن الانسان هو الذى عمل على احداث هذه التنوعات النافعة . ولولا عناية الفلاح ودوام التفاته لما كانت هذه الأصناف المرقاة .

وفضلا عن العناية بابقاء الأنواع المزروعة عندما بلغته من الكمال فان هناك مساعى مستمرة لتنويعها وتحسينها . فالأصناف القديمة مأخوذ فى تغييرها حتى تزداد غلة أجزائها النافعة أو يتحسن لونها أو حجمها أو صورتها أو طعمها أو أوان نضجها أو قدرتها على الاحتفاظ بصفاتها أو صلاحيتها . فأما الطرق التى تحدث بها تلك التحسنات فمشروحة فيما يلى من فقرات هذا الفصل .

٢ - الأصناف البرعمية أو النوانغ (Sports)

إن البراعم الموجودة على نبات واحد يشبه بعضها بعضا تشابها كبيرا حتى لتتكشف جميعها عن فراخ قريبة الشبه بعضها من بعض من حيث لون سوقها وصورتها وأوراقها وأزهارها وأثمارها . على أنه يلاحظ فى المعمرة من نباتات الحقل والبستان أحيانا أن من البراعم الموجودة على بعض النباتات ما ينمو ويكون فراخا تختلف عن الفراخ الناشئة من البراعم الأخرى الموجودة على نفس النبات اختلافا كبيرا . كما يحدث فى الخوخ اذ يرى أن بعض براعمه لتتكشف عن فراخ لا تحمل خوفا بل صنفا آخر يسمى بالانكليزية "نكتارين" (Nectarine) ، وكذا الأمر فى البرقوق الذى ينتج فى العادة أثمارا أرجوانية فقد وجد أنه ينتج فرخا يحمل برقوقا أصفر يختلف فى صفته عن أى نوع آخر معروف اختلافا كبيرا .

هذا التصنف الفجائى العظيم يسمى "التصنف البرعمى" (Bud-Variation) أو "النبوغ" (Sporting) وأكثر ما يصادف هذا النبوغ فى تلك الأنواع من النباتات المعمرة التى كانت فى مجرى الزراعة مددا طويلة جدا وأندر ما يكون بين النباتات الحولية ويكون غير عادى فى المعمرات التى كان ادخالها ضمن مزروعات البساتين حديثا .

وقليل جدًا من النوابع (Sports) ممكن تكثيره بواسطة البزور ولكن لا بد على كل حال من نقلها بعد ذلك من الأب . وتكثر بالتخضير أى بواسطة العقل والترقيد أو بواسطة البرعمة والتطعيم .

وكثير من أمثلة الأصناف الجديدة المستحدثة بالتصنيف البرعى يشاهد بين أزهار البساتين كالورود وأنواع القرنفل والكريزنتيموم والبلارجونيوم والحزامى .

وبهذه الطريقة نشأت كل أشكال الصفصاف وغيرها من الأشجار والشجيرات .

والبطاطس بين المغلات الحقلية خاضع للتصنيف البرعى ولكن حدوث ذلك نادر جدًا . فقد وجد أن من أصنافه التى تحمل درنات أرجوانية الجلدة ما ينتج درنات فردية بيضاء بين الدرنات ذات اللون العادى وكم رؤيت درنات أرجوانية الجلدة وعليها عين بيضاء أو أكثر ، اذا قطعت وكثرت نمت الى نباتات لا تحمل إلا درنات بيضاء .

٣ — التصنيف بين النباتات البادريّة .

(١) النوابع البزريّة (Seminal Sports) . انتخاب الأصناف وتثبيتها : من أهم خواص الأشياء الحية فى كل أنواعها قابلية التخالف فى ذريتها الحادثة بالتزاوج فبزور الفول مثلاً تنتج نباتات فول دائماً وحبوب القمح تولد نباتاته ولكن ليس فى هذين النوعين ولا فى غيرهما بادرتان متشابهتان كل المشابهة من كل الوجوه . فقد يكون التخالف مورفولوجيا فقط أى أنه ربما كان تغيراً فى شكل الورقة أو الساق أو غيرهما من أجزاء النباتات أو فى حجمها . وقد تختلف الأفراد اختلافاً فيسيولوجياً عن أبويهما أو تختلف بعضها عن

بعض . مثال ذلك : أنك تجد بين بؤادر البطاطس اختلافًا فى قدرتها على تكوين النشا واختارانه وفى امكانها مقاومة الصقيع وامصابات الحشرات والفطر الطفيلية . ان التفرق بين الآباء وذريتها فى النباتات الوحشية هى فى العادة ضئيلة جدًا . ولكن مقدار الاختلاف الذى يرى فى بادرات عديدة من النباتات المزروعة يكون أحيانًا عظيمًا جدًا .

والبادرة التى تختلف اختلافًا محسوسًا جدًا عن أمها فى بعض خصائصها المورفولوجية أو الفيسيولوجية تسمى "النابغ البزرى" (Seminal Sport) .

على أنه ان كان كثير من النوابع البزرية يختلف اختلافًا عظيمًا عن الأصل الأبوى الذى حصل عليها منه فلا يترتب على ذلك أن هذه الأصناف هى بالضرورة تحسنات على الآباء ، فان أغلبها مجرد عجائب أو أصناف أخط من أبائها الخطاطم المتألمة . فبعضها جوهرية فى نظر الفلاح أو البستاني ، على أن منها ما يحرز صفات من الجدة والبيان بحيث تجعلها جديرة بالزراعة .

ولعل هذا الصنف الأخير هو الشائع بين النباتات الزهرية الزينية حيث يكون كل صنف جديد فى لون الأوراق أو الأزهار كافيًا لجعل النبات جذابًا .

ويؤدى البحث الدقيق فى أصل الكثير من أصناف التفاح والكثير وغيرهما من الفسواكه الى أن أكثرها نوابع بزرية مستتجة من بزور زرعت عريضة فى الغابات والحقول بواسطة الطيور أو انزعت من تلقاء نفسها فى البساتين وقد نمت هذه الأشياء نظر بعضهم ممن عنى بالبحث فى الأصناف الجديرة بالاستجلاب والزرع .

وكثير من الأصناف الحديثة من الفسواكه نشأت كنوابع بزرية من بيبات أو عجبات (Pips) أو بزور انتجت عشوائيًا ويندر أن يأتى أحدها مطردًا من

بزررة فان الصفات الخاصة التي تبدو عليها ليست وراثية . مثال ذلك : بزور برتقان كوكس (Cox's orange) أو تفاح "ورستبرمين" (Worcester Pearmain) فانها اذا زرعت أشجارا تحمل تفاحا أو برتقانا من هذين النوعين ، ولا بزور مختلف أصناف الورد والقرنفل (إلا في أحوال نادرة) تنتج نباتات تحمل أزهارا مشابهة لآبائها . ولكن كون صفاتها لا تنتقل الى ذريات بادرية لا يمنع نفعها إذ يمكن تكثيرها خضريا بسهولة كما هو الحال في النوابع البرعمية من النباتات المعمرة .

والنوابع البزرية ليست نادرة في النباتات الحولية ؛ ولكن لا بد في مثل هذه الأحوال أن تكون صفاتها الخاصة وراثية إذ لا توجد طريقة عملية صالحة لتكثير هذه النباتات إلا بواسطة البزور . وهناك أمثلة عديدة على الحوليات التي تنتقل منها الصفات الجديدة التي تلبستها الى كل نباتات ذريتها التالية بغير حدوث تنوع أو تغير مادي فيها .

وتكاد الغلال الجيدة تكون كلها نوابع بزرية من الفريق الذي اكتشف أصله على حافة طريق أو وجد ناميا بين نباتات محصول عادى . وقد كان للستر "باتريك شريف" (Patrick Sheriff) الايكوسى الذى أدخل كثيرا من جيد أصناف الغلال في السوق عادة البحث في حقوله الحنطية والشوفانية بحثا منظما عن نباتات تبدو عليها خصائص جديدة متميزة في حبوبها وقشها ؛ وهو وإن كان قد حاول احداث أصناف جديدة بواسطة الأخلاط وتكرار الانتخاب كما سيمر بك ، فانه يظهر أن خير ما أدخله انما جاء من النوابع البزرية التي اكتشفها في حقوله بكل ما كانت عليه يومئذ من الصفات العالية الفطرية والقابلة للانتقال الى ذريتها بغير تغير .

أما زرع عدد كبير من البزور المنتخبة حيثما اتفق من بزور التفاح والكثيرى وغيرهما من النباتات المرباة بالزراعة على أمل الحصول على صنف قيم يسدر بغتة فهو شئ أشبه بلعبة من ألعاب الصدفة التى يعترض فيها اللاعب شئ كثير من سوء البخت ولكن اتباع هذه الطريقة أدى غير مرة الى نتائج طيبة . فان أحد أصناف البطاطس الجيدة المحدثه وهو الصنف المعروف باسم "مجنوم بونام" (Magnum Bonum) قد حصل عليه المستر جيمس كلارك اذ وجده بين حوض من البوادر المشتقة من مقدار من البطاطس المنتخبة حيثما اتفق وكذلك كثير من الأصناف النافعة والزيذية من النباتات المزروعة فقد كان منشأؤها انتخاب أمهاتها عفوا فاذا حدث صنف جديد بين بوادر المعمرات ، كالشجيرات وأشجار الفواكه وأنواع الشليك والبطاطس والورد وغيرها من النباتات التى يمكن تكثيرها خضرىا ، وكذلك اذا حدثت اصناف جديدة من النباتات الخولية ، تحول خواصها قابلة للانتقال بواسطة بزورها انتقالا تاما الى كل أفراد ذريتها ، كان عمل مربى النباتات مقصورا على مجرد تكثير الصنف الجديد .

على أنه يوجد فى أكثر الأحيان أنه اذا زرعت بزور الصنف الجديد (أى النابغ الجديد) كانت أغلبية البوادر غير واثرة الملامح الخاصة التى للأب وانما تشابه النبات الأصل الذى ينبغ منه الأب . مثال ذلك : اذا وجد فى حوض من نباتات الطماطم الحاملة لثمار منحطة مكشدة ، فرد يحمل طماطم ناعمة مستديرة جيدة ، وجد أنه اذا زرعت بزور هذا الصنف النابغ كان عدد عظيم من نباتاته ذا ثمار مكشدة ولا يحمل منها شئ ثمرا ناعما مستديرا جيدا مطلقا وان حصل فيكون عددها قليلا جدا . واذا ظهر صنف جديد بين مغلات كثرت بواسطة البزور فالواجب أن لا يكتفى بزرع بزوره بل يسمى

فى تثبيته حتى تكون كل البوادر الناتجة منه أو من أعقابه محرزة كل الصفات الخاصة التى افقت الى أصلها نظر الزارع . ولا يمكن تثبيت صنف جديد دائم الصفات من مثل هذه النوايع البزرية إلا باتباع الطريقة الآتية من تكرار الانتخاب .

تزرع بزور النبات الذى بدت عليه الملامح الجديدة ، ويسمح للبوادر المحرزة نفس صفات الأب الخاصة أن تنتج بزورا ، فأما غيرها فيقلع ويهمل . وتزرع بزور هذه الذرية الأولى ويجرى فى نتائجها انتخاب جديد ، ثم تزرع بزور ما كان منها محرزا نفس الصفات المرغوبة . وتكرر هذه العملية أبد عدة ذريات حتى لا يحتاج الأمر الى اقتلاع ، أى حتى تكون الصفات الجديدة قد استقرت فى الذرية جميعها فيقال للصنف عندئذ إنه ثابت وينمو مطردا من البزرة أى يحدث شبهه باستمرار . ويتوقف الوقت اللازم لتثبيت صنف ما بهذه الطريقة ، على القوة التى فى النبات لنقل صفاته الى نسله . وهذه القوة شديدة الاختلاف ولا يمكن وضع قواعد خاصة بها ، ففي بعض الأحوال قد يشبه خمسون فى المائة أو أكثر من أفراد النسيلة الأولى ، الأب الأصل . وبزور بزور هذه قد يأتى تسعون فى المائة من البوادر مشبها له ، ففي هذه الأحوال يكون تثبيت الصنف سهلا جدا ، وقد يمكن أحداثه على مضى مدة ثلاث ذريات أو أربع . وفى بعض الأحوال يكون عدد النباتات المشابهة للأصل فى كل ذرية نالية قليلا جدا .

وقد لا يحرز مقدار كبير من النباتات التى يحصل عليها فى كل زرة شيئا من صفات الصنف التى اراد مربى النباتات تقريرها حتى ولو أجرى الانتخاب عدة ذريات .

قال فيلمورين (Vilmorin) إن بعض أصنافه المهيجنة من القمح استغرقت ست سنوات أو سبعا في مجرى الزراعة والانتخاب ، قبل أن أصبحت من ثبات الصفة بالدرجة الكافية لعرضها في السوق اختبارا .

على أنه وجد أنه إذا استعملت تلك الطريقة لحس نسل أو ست من النباتات كانت كافية لتثبيت كثير من أصناف العلال الجديدة ، والفول والحمص ، والكرنب ، واللفت ، والطماطم وغيرها من النباتات الحولية وذات السنتين ، ويحتمل أنه إذا زرع صنف من نبات معمر وأجريت فيه عمليات الانتخاب أبد عدد من الذريات قدر ذلك ، أمكن حمل هذا النبات المعمر على إنتاج شبهه باطراد من البزرة ، على أنه لما كان الأمر يقتضى عدة سنين حتى يمكن الحصول على بزور من معمرات بادرية كانت عملية تثبيت أصناف جديدة من مثل هذه النباتات ، بواسطة انتخابها وتكثيرها بالطريقة المذكورة ، نادرة الحدوث ، وعليه كانت كل أصناف الكثرى والتفاح والشليك والخزامى والرجس وغيرها من النباتات المزروعة لاتأتى مطردة من بزور ، على أنه لا لزوم لهذا ، إذ يمكن تكثير النافع الأصلى خضريا بواسطة العقل والدفانات والتطعيم والبصلات . ولا شك أن الأصناف التى ليست صفاتها الخاصة وراثية لا يمكن تثبيتها مطلقا . أما الأصناف التى هى نتيجة التهجين فيغلب أن تختلف على استمرار عدة ذريات فهى والحالة هذه صعبة التثبيت . وعلى هذا فإذا حاول التثبيت كانت الذريات المتعددة التى تزرع بقصد إجراء عملية الانتخاب تستوجب الحماية والمنع من أن تخلط فى الأخصاب بأصناف أخرى أو بالبوادر غير المطردة بقدر الامكان . واعلم أن الأخصاب الذاتى إذا لم يجر بتطرف يؤدى الى تثبيت صفات الأصناف الجديدة .

(ب) الأصناف البزرية أو البادرية

سبق القول أنه لا يمكن أن تكون بادرتان متشابهتين تمام التشابه حتى ولو كانتا مشتقتين من بزور مأخوذة من أصل واحد فإنه لا بد لهما من الاختلاف بعضهما عن بعض في صفة أو أكثر . فقد لا يكون لون الأزهار واحدا تماما ، وقد يختلف شكل الورقة ، أو ثخانة الجذر ، أو حجم الساق وعادة نموها ، باختلاف الأفراد . فإذا كان التصنيف أى الاختلاف عن النموذج المشترك ظاهرا بينا ، سمي النبات "نابغا بزرريا" ، فأما البوادر التي فيها اختلاف لا يكاد ينظر فتسمى "أصنافا بزررية" (Seminal Varieties) . وليس يوجد بين النابغ البزري والتصنف البزري فرق جوهري ، إنما هو اختلاف درجة فقط .

هذه الاختلافات الضئيلة غير المدركة من النموذج المشترك هي من الأهمية بمكان عظيم ، إذ تدلنا التجارب أن كل واحدة من هذه الاختلافات تقريبا ربما زادت زيادة كبرى بواسطة انتخاب النبات الذي تكون فيه الصفة شديدة الظهور في كل جيل تال ، فإن انتشار الصفة وثبوتها يسيران معا في مثل هذه الأحوال . فإذا لوحظ بين حوض من النباتات التي تكون أزهارها في العادة صفراء ، فرد أزهاره عليها مسحة ضئيلة من الحمرة ، كان من الممكن أحداث وتثبيت صنف متميز أحمر اللون في الزهر بواسطة انتخاب النبات الذي تكون فيه حمرة البتلات أشد ظهورا ، من كل ذرية من ذراري النابغ الأصلي . وليس الأمر مقصورا على إمكان تنويع مسحات اللون الزهري وزيادته ، بل إنما يمكن زيادة كل الصفات الأخرى بالطريقة نفسها على أى حال كان مبدؤها في النبات المنتخب .

في سنة ١٨٩٠ زرع بروسكوفت (Proskowetz) بزورا من بنجر البحر (Sea-beet) حصل عليها من عينات نامية على شاطئ فرنسا الجنوبي

فى ثرى جيد من تراب الحدائق . وكانت البوادر ذات جذور شديدة التفرع مثل آبائها المتوحشة وأرسلت فراخا مزهرة فى نفس السنة التى زرعت فيها البزور . وكان متوسط المشتمل من السكر قليلا ، بالرغم من أنه كان يختلف ما بين ٠,٣ و ١١,٢ فى المائة .

وقد انتخبت نباتات هذه النسيلة ذات المحتوى السكرى الجيد وذات الجذور السميكة القليلة التفرع وزرعت بزورها . فأشبهت أغلبية نباتات هذه النسيلة الثانية المنتخبة آباءها ولكن بعضا منها سلك مسلك ذات الحولين ولم يرسل سوقا مزهرة فى أول فصل من نموه . وقد انتخب من هذه النباتات ذات الحولين فريق آخر وزرعت بزوره ، فكان للجذور ، نظرا لهذا الانتخاب ، وحسن تربيتها ، فى سنة ١٨٩٣ مشتمل سكرى متوسطه ١٥,٩٣ فى المائة وكان متوسط وزن كل جذر ٤٢٦ جراما . وكان متوسط المشتمل السكرى فى فريق آخر منتخبة فى سنة ١٨٩٤ ، ١٦,٩٩ فى المائة وكان متوسط وزن الجذر ٣٦٨ جراما . وأنه وان كانت بزور هذه النباتات لم تزل تثبت قليلا من النباتات الحولية مشابهة لآبائها الوحشية الأصلية ، فقد اتضح أن أغلب البوادر كانت ذات حولين ، وكان شكل الجذر ومقدار مشتمله السكرى يشبهان أصناف البنجر العادى مشابهة كبيرة .

ولأجل تعيين مقدار المشتمل السكرى الزائد وكذا الزائد فى حجم الجذر بسبب حسن تربة الحديقة التى أنبتت فيها بزور النباتات ، ولتعيين مقدار مافعله الانتخاب أحسنها شكلا ، ورفض أردئها ، زرع جزء آخر من الحديقة فى سنة ١٨٩٠ بالبزور الوحشية وسمح للنباتات بالبقاء ونثر بزورها فانزراعها سنة بعد سنة ، وكان متوسط المشتمل السكرى لجذور هذه يرتفع سنة بعد أخرى .

ففى سنة ١٨٩٣ كان ٤,٥ فى المائة ، وفى سنة ١٨٩٤ كان ٩,٣٨ فى المائة ، وكان متوسط وزن الجذر فى سنة ١٨٩٣ ١٤٧٦ جراما وفى سنة ١٨٩٤ ٢٣٢٦ جراما . وبمقارنة هذه الأرقام بالأرقام السابقة يرى أن عملية الانتخاب قد ضاعفت المشتمل السكرى تقريبا وزاد متوسط وزن الجذر زيادة مذكورة . وقد حصل دى فيلمورين (A. L. de Vilmorin) بواسطة عملية انتخاب أجراها باستمرار فى أربعة أجيال من النبات ، من الجذر الوحشى الحولى الرفيع الجذر (Daucus Carota L.) على نباتات ذات ستين لها جذور ثخينة شحمة تشابه بعض النماذج المزروعة العادية من الجذر فى شكلها ولونها وحجمها . ويقال ان الأستاذ باكان (Buckman) قد أحدث صنف الجذر الأبيض (سفرانية) الكبير المخوف الرأس من الجذر الأبيض الوحشى الصغير الجذر بواسطة عملية من الانتخاب مشابهة لتلك .

ويمكن اعتبار هذين من الأمثلة على سرعة تنوع الأجناس المتوحشة بواسطة انتخاب وتكثير بزور ما يعتبر أحسن نماذج نباتات الأجيال العديدة المتتالية وطرح غيرها من النباتات أو اهلاكلها .

والأصناف المزروعة الموجودة والحالة هذه يمكن تحسينها أو جعلها أفيد مما هى فى الوقت الحاضر بطريقة مشابهة . وهذا بالأجمال أسهل كثيرا فى المعالجة من الأصناف الوحشية .

٤ — التصنيف ، كيف يحدث ؟

مما سبق يفهم أن تحسين النباتات يتوقف مبدئيا على قابليتها للتصنيف ، فانه اذا كانت النباتات كلها متشابهة ولم تختلف بعضها عن بعض مطلقا ، لم يمكن الانتخاب . وفضلا عن ذلك فانه لا بد أن يكون التصنيف فى النباتات

المحدثة من البزور وراثيا وإلا فانه اذا لم تكن الصفة الخاصة التى فى فرد منتخب من النبات تنقل الى النسيطة التالية ، أصبح الانتخاب عديم القيمة . فمثلا لا يمكن حدوث تقدم فى تكون نوع من النباتات الصلبة القش من صنف من الشعير أو القمح ذى سوق ضعيفة بواسطة انتخاب وتكثير نبات فرد قشه صلب ، إلا اذا كانت هذه الصلابة تنتقل الى نسل النبات المنتخب .

ولا يمكن معرفة أى التصنيفات ممكن نقلها الى بؤادر النسل وأياها غير ممكن إلا بالتجربة الفعلية . ولا بد أن تكون تصنيفات النباتات والحيوانات محدثة من تغيرات نوعية فى بناء بروتوبلازمها . ولكن لم يعرف شئ قطعى عن طبيعة هذه التغيرات ولذلك كان حمل نبات ما على التصنيف بطريقة مرغوبة خاصة أمرا يستحيل فى الوقت الحاضر . بل أن محاولة جعل نبات ما يتصنف تصنيفا ما مدركا امر من الصعوبة بمكان عظيم ، إذ أن من الأنواع ما يكون ثابتا جدا . على أنه اذا ابتدأ التصنيف ظهرت الصفة المطلوبة عاجلا أو آجلا بين النباتات ، فكان أول خطوة فى سبيل تحسن النبات هى مخالفة النموذج أو جعل النموذج المقصود تحسينه يتصنف بأى طريقة كانت .

وبما أن تصنيفات النباتات هى النقاط التى يتبدى منها التنوع أو التحسن ، فلا بد من البحث عما اذا كانت هناك طرق يمكن بها احداث التصنيف .

وقد دلت التجارب على أن التصنيف يمكن احداثه .:

(١) بتغيير الأحوال الخارجية الحيوية للنبات .

(٢) بالاخلاط والتهجين .

وليس يخفى أن وفرة المواد السماكية تؤدي الى ترعرع مختلف أعضاء النبات ، في حين أن نقص هذه المواد يؤدي الى انحطاط القوام وإلى نقص عام في كل الأجزاء ، وعلى ذلك بجودة الأرض أوردائها تؤدي الى التصنيف في النباتات وكذلك شدة الضوء ، وحرارة الصيف أو برودته تحدث تصنفا في حلاوة كل أنواع الفواكه تقريبا . كما أن حجم حبوب القمح والشعير وغيرهما من الغلال وكذلك حجم كثير من البزور وغير ذلك من أجزاء النباتات يتوقف أيضا على فلاحه الأرض التي هي مزروعة فيها ، وعلى الفصل وطول المدة التي يجري فيها النمو . وهناك أحوال خارجية أخرى تؤدي الى تغيرات في بناء أعضاء مختلفة من النباتات ووظائفها . وقد يقال بالاجمال ان التصنيفات التي من هذا القبيل أي التي تحدث بتغير مقدار المواد الغذائية الموجودة في التربة أو بتغير الفصل والطقس ، يندر أن تكون وراثية ، فان هذه التغيرات تظهر في ظروف خاصة ، فاذا تغيرت هذه الظروف اختفت التصنيفات .

• فمثلا اذا زرعت أصناف طويلة من البازلاء والفول أو أي نبات آخر في أرض ضعيفة ، فربما نتجت ذريات متوالية من أفراد قصيرة ما دامت الأرض ضعيفة . على أن بزور مثل هذه النباتات اذا زرعت في أرض جيدة يحدث نباتات طويلة مباشرة ، وهذا دليل على أن عادة القصر التي أحدثتها تلك الأرض ليست تنوعا وراثيا دائما .

والقمح والشوفان وغيرهما من الغلال اذا زرعت في أرض جيدة من الحداثق على فترات من الزمن طويلة كما فعل بعض مكثري النباتات ، يتكون لها قش طويل وسنابل طويلة وحبوب كبيرة ، ولكن لا يمكن انتاج صنف ثابت جديد منها بهذه الطريقة .

وإذا زرع بنجر له جذور مخلية الشكل بعضه ملاصقا لبعض ، لم تبقى بينها مسافات كافية لتنمية فروعها المشوّهة ، وعلى ذلك يمكن حملها على اتخاذ شكل جيد . ومع ذلك فالبنور المنتجة من مثل هذه النباتات اذا زرعت تحت ظروف الزراعة العادية تحدث مباشرة نباتات ذات جذور مخلية كأسلافها وعلى ذلك فمن الضرورى عند محاولة احداث صنف جديد من أى نوع من أنواع النباتات أن لا يكون التنوع المتخذ قاعدة تجرى عليها عملية الانتخاب قد تسبب عن الظروف الخارجية فقط .

إذا كانت زيادة الحجم فى بعض الأعضاء هى الوجهة المرغوبة فى الصنف الجديد ، فربما كان خيرا أن تحدث نسائل متوالية من النباتات التى يراد عمل الانتخاب فيها فى أرض معتدلة الضعف بدلا من أرض قوية خاصة ، وأى ازدياد فى حجم فرد من النباتات عن غيره فى مثل هذه الظروف يقل أن يكون ناشئا عن زيادة السماد عرضا فى الأرض بل الغالب أن يكون مسببا عن صفة وراثية باطنية فى النبات المذكور .

وأؤكد الطرق لاحداث الصنف فى نبات ماهى أخلاطه أو تهجينه بفرد آخر ، فى هذه العملية يحدث خلط فى بروتوبلازم نباتين متميزين وعلى ذلك فالذرية تستعمل على مادة حية مشتقة من موردين متميزين مختلفين . وقد تكون النباتات الحاصلة فى بعض الأحيان من مثل هذا الخلط ، يماثل بعضها بعضا مماثلة قوية . على أن الذريات التالية تلوح عليها اختلافات كبيرة ، اذ ترى فى النباتات صفات الأبوين الأصليين مختلطة بدرجة شديدة الاختلاف وتلاحظ بينها الخصائص التى لا ترى فى الأبوين غالبا . وهذه الخصائص وإن كانت فى ظاهرها جديدة هى هى الخصائص التى أحرزتها الآباء الأول أو أسلافها السابقة ، خصائص نقلت بخالة خفية على مضى عدة أجيال .

والتصنفات التي هي نتائج الأخطا هي في الغالب الأغلب وراثية أكثر من الصفات المنتجة بواسطة فعل الظروف الخارجية ، وليس الأخطا وحده مفيدا لاحداث الاختلاف بين النباتات حتى يمكن البدء في الانتخاب ، بل يلجأ اليه أحيانا توسلا الى أن تجتمع في صنف نبات واحد صفات لا تتوافر إلا في نباتين مختلفين وصنفين متميزين . فإذا اختلط صنف غص القوام من النوع الجيد من وجوه أخرى بصنف صلب القوام من النوع الرديء ، أنتج أحيانا نسلا أو نسلين فيهما صفة الأول الجيدة وصلابة قوام الآخر . وكذلك الأمر في غير هذين من صفات صنفين متميزين فإنه يمكن خلطهما خلطا صالحا وإن كان الأمر يحتاج الى الانتخاب في أغلب الأحوال لتثبيت خصائص النموذج الجديد المحدث بهذه الطريقة . وهناك خصائص لا يمكن جمعها وتقويتها في نبات واحد بأي طريقة ، ولذلك يحسن أحيانا أن يزرع صنف من النبات لغرض وصنف لغرض ثان ، بدلا من محاولة الجمع بين صفات متناقضة .

٥ — ارتباط التصنيف (Correlated Variability) .

إن شتى أجزاء جسم النبات أو الحيوان هي من الارتباط بعضها ببعض بحيث إن أى تغير في بناء أى عضو أو وظيفته يؤدى في الغالب الى تغير ضرورى في عضو آخر . وطبيعة الاتصال بين التصنيفات المرتبطة هي في كثير من الأحوال ملتبسة ولكن وجود هذا النوع من الاختلاف جدير أن يعيه أولئك الذين يعنون بتحسين النبات . وفضلا عن ذلك فإنه من المهم أن لا يدخر وسع لتبين طبيعته ، إذ أن ادراك ما بين الأجزاء المختلفة من النباتات من

العلاقات البنائية والوظيفية ادراكا صحيحا كاملا ، يساعد مربى النباتات على توفير كثير من الوقت الثمين . ولا شك أن قلة العلم فى مثل هذه الأمور قد أدت بكثير من مربى النباتات الى محاولة المستحيل .

والمشاهد فى كثير من الأحوال أن مقدار الناتج وجودة الصنف أمران مرتبطان بعضهما ببعض بحيث ان زيادة أحدهما تؤدى الى نقص الآخر ، بعد حد ما وأن محاولة جمع الصفتين فى صنف واحد مستحيلة . فلقد كانت كل محاولة للحصول على صنف من بنجر السكر يكون وافر الغلة الجذرية فى الفدان مرتفع نسبة المحتوى السكرى ، تحقق دائما اذا بلغ السكر فى الجذر مقدارا مئويا معلوما ، فاذا زادت نسبة السكر عن هذا المقدار المئوى أدت هذه الزيادة الى نقص فى حجم الجذر ووزنه .

ويظهر أنه من المستحيل تربية صنف من القمح الأبيض ذى محتوى وافر من الجلوتين (Glutin) بحيث تكون قوة اغلاله لحبوب القمح النشوية فى الفدان الواحد كبيرة أيضا . وتتوقف صعوبة هذه التربية على أن الزلايات الجلوتينية تختزن فى الأجزاء المركزية من الخلايا الألوورونية التى تمتلئ أولا ، اذ تمتلئ الأجزاء المركزية من الاندوسبرم بعد ذلك من مادة النشا على الأخص ، وكلما طالت مدة عملية التمثيل بعد امتلاء الطبقة الألوورونية ازدادت الحبوب نشا وازداد المحصول كبرا .

وقد دلت التجارب على أن أصناف الشعير الرفيعة الساق تعطى أجود أنواع الحبوب اللازمة لمولت البيرة ، وأن تربية صنف منه تجتمع فيه جودة صنف الحبة وشدة صلابة القش ربما كان مستحيلا .

ومعلوم أن انتاج البزور وترعرع الأعضاء الخضرية أمران متضادان ، مثال ذلك : البطاطس فانه لما كانت الغلة من درناتها الجيدة كبيرة نزلت

نسبة انتاجها للبزور نزولا كبيرا ، وكذلك الأمر في الشوفان والقمح فان أصنافهما القصيرة القصب تعطى في العادة مقداراً من الحبوب أكبر في النسبة منه في ذوات القصب الطويل . وكذلك اللفت الذي ينمو ببطء مستمر فانه يعطى مقداراً من الوزن الخاف في الفدان أكثر من الصنف السريع النمو ، إذ أن هناك وقتاً أكبر لصنع الغذاء وتجمعه وتمثله في الصنف الأول مما هو في الصنف الثاني ، فأما محاولة انتاج صنف من اللفت سريع النمو بحيث يكون مرتفع القيمة الغذائية فانها تحقق بعد الوصول الى حد محدود من الجودة ؛ ولكن يوجد لحسن الحظ مجال واسع للعمل النظامي والتحسين قبل الوصول الى الحد المذكور . وقد يصدق ذلك على كل النباتات الحقلية تقريباً ، إذ أنه لم يبذل من المجهودات المنظمة لتحسينها الى اليوم إلا قليل .

٦ — الارتداد (Reversion) انحطاط الأصناف (Degeneration of Varieties)

. Varieties)

يصبح الصنف الجديد من النبات مستقراً على التدرج وثابتاً بواسطة اعدام الأفراد التي لا تشابه النموذج العام من كل جيل من أجياله . على أن لفظ " تثبيت " لفظ نسبي ، فانه كثيراً ما تظهر أفراد من " النباتات الكاذبة " أو الشريدة بين أفراد ذرية النبات بين فترة وفترة حتى ولو كان صنفاً مربى جرت في أجياله عملية الاعداد بانتظام ، ونسل من البزرة في أثنائها مطرداً .

مثال ذلك : الأفراد التي تشابه نبات البانسي (Pansy) المتوحش (Viola Tricolor L.) فيولا تريكلور في شكل أزهارها وأوراقها وكذا في حجمها ولونها فانها تبدر أحيانا بين النباتات المحدثه من بزور أجود نماذج نبات البانسي المربى الكبير الزهر ، وتحديث أحيانا بين محاصيل

اللفت المخضر الرأس أفراد قرمزية الرأس . وكثيرا ما تبدو على الشوارد من النباتات (Rogues) صفات كانت فى أجداد الصنف الذى توجد فيه .

ويطلق على ميل النباتات الى الارتداد الى الصفات التى جرى العهد على فقدائها لفظ "أتافيزم" (Atavism) الارتداد (Reversion) .

ولا يبقى من الأصناف المكثرة بواسطة البزور على شكل النموذج الذى أنحرجه المربي الأول إلا قليل منها أكثر من عدد محدود من السنوات ؛ وقد لا يبقى منها شىء بقة . ولما كان اعدام النباتات الشريفة فى كثير من الأحوال أمرا لا يقوم به من يزرعون البزور قياما وافيا فان ما يترتب على ذلك من الاختلاط بذرية النباتات المرتدة يدعو الى سرعة انحطاط الصنف فى التقاوة .

وفضلا عن جهل الزراع بأمر تميز الأشكال المرتدة ارتدادا بسيطا وتراخيهم فى اعدامها ، فان هناك تغيرات تحدث فى النموذج بسبب اختلاف رأى كل زارع يوم ينتخبون الأفراد التى يتخذونها آباء للبزور . فانه اذا وجد ثلاثة زراع لصنف البازلء الذى استحدثه المسترجاين (Gubbin) مثلا فلا بد لهم من الاختلاف فى رأى عن المسترجاين نفسه وعن أنفسهم فى أهمية مختلف صفات البزرة الجيدة ؛ وعلى ذلك فاذا حصل الانتخاب كان ذلك من ثلاث نقط نظرية مختلفة ، فاذا انقضى أمد بضعة أجيال لم يبق صنف المسترجاين إلا بالاسم إلا اذا قام المسترجاين نفسه بعملية التكثير .

وعلى ذلك تنتج ثلاثة نماذج مختلفة تسمى بنفس الاسم . ولذلك كان من الواجب على الزراع والبستانيين أن لا يغتر بالأسماء القديمة فانه لا يترتب عليها

الحصول على شئ نافع ؛ كما أنه لا بد من الإشارة الى أن ظهور اسم جديد لا يقتضى أن يدل على ظهور صفة جديدة في البزرة التي أطلق عليها الاسم ؛ فقد تطلق أسماء جديدة على الأصناف القديمة يوم لا يمكن بيعها باسمها القديم .

وزراعة قطع صغيرة من الأرض بكثير من الأصناف المختلفة التسمية من نباتات الحقول والبساتين من النوع نفسه يفيد الزارع تجربة وخبرة قيمة .

وفضلا عن ذلك فإن في بذر قطع صغيرة من الأرض بزور صنف من اللفت أو البازلء يحصل عليها من ستة متاجر مختلفة من متاجر البزور درسا عظيما مفيدا ولكن مما يؤسف له أن الزراع لا يقومون بتجارب كافية من هذا القبيل .

(انتهى)